

ULTRASONE CERVIMETRIE.

Een onderzoek naar het gedrag van de cervix uteri
tijdens de baring.

ULTRASONIC CERVIMETRY.

A study on the behavior of the uterine cervix
during labor.

ULTRASONE CERVIMETRIE

Een onderzoek naar het gedrag van de cervix uteri tijdens de baring

ULTRASONIC CERVIMETRY

A study on the behavior of the uterine cervix during labor

With a summary in English

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD VAN DOCTOR IN DE
GENEESKUNDE

AAN DE ERASMUS UNIVERSITEIT TE ROTTERDAM
OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS

PROF. DR. B. LEIJNSE

EN VOLGENS BESLUIT VAN HET COLLEGE VAN DEKANEN.

DE OPENBARE VERDEDIGING ZAL PLAATS VINDEN OP

WOENSDAG 8 JUNI 1977 DES NAMIDDAGS

TE 3.00 UUR PRECIES

DOOR

Franciscus Theodorus Johannes Gerardus Theresia Kok

GEBOREN TE 's-HERTOGENBOSCH

1977

BRONDER-OFFSET B.V. - ROTTERDAM

PROMOTOR : DR. H.C.S. WALLENBURG
CO-REFERENTEN : PROF. DR. A.C. DROGENDIJK JR.
PROF. DR. A. VERSPRILLE

Concordia parvae res crescunt, discordia maximae dilabuntur.

C. Sallustius Crispus (86 - 35 v.Chr.)
Bellum Iugurthinum. 10.

Aan	Mijn Vader
	Henny
	Reinout

VOORWOORD.

Het in dit proefschrift beschreven onderzoek werd uitgevoerd in de afdeling Obstetrie van het Academisch Ziekenhuis Rotterdam-Dijkzigt onder de energieke en bezielende leiding van Dr.H.C.S.Wallenburg. Zonder zijn inzet was dit proefschrift niet tot stand gekomen.

Prof.Dr.A.C.Drogendijk Jr. en Prof.Dr. A. Versprille dank ik voor hun kritische beoordeling van het manuscript.

Dr. J.W. Wladimiroff ben ik erkentelijk voor zijn waardevolle adviezen en hulp bij de uitvoering van het onderzoek. De samenwerking met Joop Storm en Frits Eijskoot van de Centrale Research Werkplaatsen van de Erasmus Universiteit in de afgelopen jaren is bijzonder vriendschappelijk geweest. Zij zijn verantwoordelijk voor de technische ontwikkeling van de ultrasone ontsluitingsmeter en hebben zich met groot enthousiasme voor het projekt ingezet.

John Bovenlander en Jaap Loeve van de groep Automatische Signaal Verwerking van de Centrale Research Werkplaatsen van de Erasmus Universiteit hebben mij ingewerkt in de specifieke problematiek van de signaalverwerking. Door hen werden de computerprogrammas geschreven. Wij hebben altijd bijzonder prettig samengewerkt.

Op onnavolgbare wijze tikte Hanneke Brons-Guidotti accuraat en snel het manuscript.

De tekeningen en foto's werden gemaakt door de Audio-Visuele Dienst van de Erasmus Universiteit.

De verpleegkundigen van de verloskamers, met name Marleen Straub-Niejenhuis, dank ik voor hun hulp bij de uitvoering van het onderzoek.

Alle collegae uit het AZR-Dijkzigt en het St.Ignatius Ziekenhuis te Breda dank ik voor hun belangstelling en hun medewerking. Zij maakten het mij mogelijk de tijd vrij te maken die nodig was voor het voorbereiden en het schrijven van dit proefschrift.

INHOUDSOPGAVE.

Hoofdstuk 1

INLEIDING EN VRAAGSTELLING.

11

Hoofdstuk 2

LITERATUUROVERZICHT VAN TECHNIEKEN VOOR HET METEN VAN DE ONTSLUITING TIJDENS DE BARING.

13

2.1.	De ontsluitingsmeter van Wolf.	13
2.2.	De ontsluitingsmeter van Smyth.	14
2.3.	De ontsluitingsmeter van Friedman.	14
2.4.	De ontsluitingsmeter van Siener.	17
2.5.	De ontsluitingsmeter van Noack en Blaschkowski.	19
2.6.	De ontsluitingsmeter van Langreder.	20
2.7.	De ontsluitingsmeter van Warm.	20
2.8.	De ontsluitingsmeter van Richardson et al.	21
2.9.	De ultrasone ontsluitingsmeter van Zador et al.	21
2.10.	Conclusie.	22

Hoofdstuk 3.

DE ULTRASONE ONTSLUITINGSMETER.

23

3.1.	Het principe van de ultrasone ontsluitingsmeter.	23
3.2.	De ultrageluid transducers.	24
3.3.	Het electronische gedeelte.	26
3.4.	De nauwkeurigheid van de meting.	31
3.4.1.	Metingen in vitro.	31
3.4.2.	Metingen in vivo.	32
3.5.	De veiligheid van ultrageluid.	34

Hoofdstuk 4

UITVOERING VAN HET ONDERZOEK.	37
4.1. Selectie van de zwangeren.	37
4.2. Het inleiden van de baring.	39
4.3. De meting van de intra-uteriene druk en de ontsluiting.	39
4.4. De registraties.	41

Hoofdstuk 5.

VERWERKING VAN DE SIGNALEN VAN DE INTRA-UTERIENE DRUK EN DE ONTSLUITING.	43
5.1. De variabelen van de intra-uteriene druk en de ontsluiting.	43
5.2. Het digitaliseren van de aangeboden informatie (Programma GYNSAM).	47
5.3. Detectie en herkenning van patronen (Programma FILTER).	47
5.3.1. Detectie van variabelen.	47
5.3.2. Patroonherkenning.	51
5.3.3. Detectie van het acceleratiepunt van het ontsluitingsbeloop.	55
5.4. Correlatie tussen de te onderzoeken variabelen (Programma COR 2).	57
5.5. Samenvatting.	60

Hoofdstuk 6

RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK.	62
6.1. De onderzochte zwangeren.	63
6.2. De registraties.	67
6.3. Het reaktiepunt van de cervix.	70
6.4. De contractie-energie tijdens de ontsluitingsperiode.	75
6.5. Het acceleratiepunt van de cervix.	78

6.5.1. Het acceleratiepunt in de onderzochte groepen.	80
6.5.2. De cumulatieve contractie-energie E1 en E2.	83
6.5.3. De ontsluitingssnelheid V1 en V2.	85
6.6. De deltadilatatie.	88
6.7. De reactietijden.	97

Hoofdstuk 7.

SLOTBESCHOUWING EN CONCLUSIES.	100
--------------------------------	-----

<u>OVERZICHTSTABELLEN.</u>	107
----------------------------	-----

<u>SAMENVATTING.</u>	111
----------------------	-----

<u>SUMMARY.</u>	117
-----------------	-----

<u>LITERATUURLIJST.</u>	123
-------------------------	-----

HOOFDSTUK 1.

INLEIDING EN VRAAGSTELLING.

Vanaf ongeveer 1950 is in toenemende mate inzicht verkregen in de krachten, onder invloed waarvan tijdens de baring de ontsluiting van de cervix en de uitdrijving van de vrucht tot stand komt. Dit is vooral een gevolg geweest van de ontwikkeling van de methode van de meting van de intra-uteriene druk door middel van een open-tip catheter (Caldeyro-Barcia en Poseiro, 1950; Eskes, 1962; Hendricks, 1964). De intra-uteriene druk geeft een goede afspiegeling van de kracht die het myometrium tijdens de contractie uitoefent. Deze contractiekracht richt zich in de eerste periode van de baring op de ontsluiting van de cervix. De gesloten of gedeeltelijk geopende cervix vormt een weerstand die door de uteruscontractie moet worden overwonnen. De weerstand van de cervix blijkt echter aan het einde van de zwangerschap en bij het begin van de baring te vermindern: de cervix wordt weker, verstrijkt gedeeltelijk en opent zich veelal enigszins (Anderson en Turnbull, 1969; Budinska, 1972). Over de aard en de oorzaak van deze, waarschijnlijk voornamelijk biochemische, veranderingen in de structuur van de cervix, is zeer weinig bekend (Danforth, 1947, 1954; Danforth en Ivy, 1949; Schwarz en Woolf, 1948; Hughesdon, 1949; Lierse, 1960; Cretius et al., 1965, 1966; Anderson, 1965; Mailliot en Zimmermann, 1976).

Friedman (1967) stelde dan ook dat het beloop van de baring wordt bepaald door biofysische (o.a. weeënactiviteit), biochemische (o.a. veranderingen in de weerstand van de cervix) en morfologische (o.a. verstrijken en ontsluiten van de cervix) factoren en hun onderlinge samenhang. Over het in dit verband belangrijke aspect van de relatie tussen weeënactiviteit en gedrag van de cervix uteri tijdens de baring is weinig en dan nog voornamelijk kwalita-

tief onderzoek verricht. De voornaamste oorzaak hiervoor lijkt te moeten worden gezocht in het ontbreken van een betrouwbare en voor de barenden niet belastende methode voor continue meting en registratie van de cervicale ontsluiting, samen met de meting van de intra-uteriene druk door middel van een in de uterus holte aangebrachte catheter.

Op grond van het bovenstaande werden de doelstellingen van het in dit proefschrift beschreven onderzoek als volgt geformuleerd.

- 1 Het ontwikkelen van een techniek voor continue registratie van de ontsluiting tijdens de baring, gelijktijdig met continue registratie van de weeënactiviteit.
- 2 Het definiëren van de variabelen voor kwantificering van de hiermee verkregen gegevens.
- 3 Het opstellen van een computerprogramma voor automatische verwerking (off-line) van de gedefinieerde variabelen.
- 4 Het met behulp hiervan verkrijgen van kwantitatieve gegevens over het gedrag van de cervix uteri tijdens de ontsluitingsperiode van de baring, in relatie tot de intra-uteriene druk bij spontane en bij door oxytocine opgewekte weeënactiviteit, zowel bij nulliparae als multiparae.

HOOFDSTUK 2

LITERATUUROVERZICHT VAN TECHNIEKEN VOOR HET METEN VAN DE ONTSLUITING TIJDENS DE BARING.

Het is reeds meer dan een halve eeuw gebruikelijk om de mate van ontsluiting van de cervix uteri tijdens de baring te schatten door middel van digitaal onderzoek via de vagina of het rectum. Op deze wijze wordt een indruk verkregen van de diameter van de ontsluitingsopening op een bepaald tijdstip in het verloop van de baring. De betrouwbaarheid hiervan is afhankelijk van de ervaring van de onderzoeker (Friedman, 1954, 1955, 1956, 1967) en in het algemeen voldoende voor een adequate klinische beoordeling van de progressie van de ontsluiting. Bij een in-vitro onderzoek verricht door Friedman (1967), waarbij 40 onderzoekers bij speciaal geconstrueerde modellen de ontsluiting beoordeelden, vertoonde de gemeten ontsluiting een afwijking van 5 % van de werkelijke ontsluiting. De afwijking neemt in vivo toe, vooral in het gebied van 3-7 cm ontsluiting.

Het vaginale toucher geeft geen informatie over de veranderingen in de cervix tijdens elke afzonderlijke uteruscontractie. Hiervoor is continue meting van de cervicale opening noodzakelijk. In de afgelopen decennia zijn hiervoor een aantal technieken beschreven, die in de volgende paragrafen zullen worden besproken.

2.1. De ontsluitingsmeter van Wolf.

Op een Duits gynaecologen congres in 1950 deelde Wolf tijdens een discussie over spildraaistoornissen mee dat hij bezig was met het ontwikkelen van een instrument, waarmee continue registratie van de ontsluiting mogelijk zou zijn.

Aan de cervix werd op 3 en 9 uur een inductiespoeltje aangebracht. Door een spanningsverschil aan te brengen in

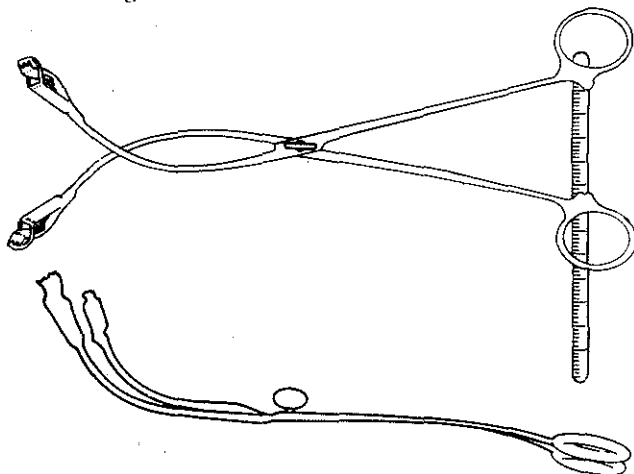
een van de spoeltjes werd een electromagnetisch veld opgewekt, dat een spanningsverschil in het andere spoeltje induceert. De grootte van dit spanningsverschil is afhankelijk van de plaats van het spoeltje in het electromagnetische veld en dus van de afstand tussen de twee spoeltjes, die tijdens de ontsluitingsperiode verder van elkaar komen te liggen. Verdere mededelingen en resultaten van deze methode zijn niet gepubliceerd.

2.2. De ontsluitingsmeter van Smyth.

Smyth (1954) gebruikte linnen draden die met speciale clips aan de cervix werden bevestigd. Door het toenemen van de ontsluiting werden de draden door een speciale gefixeerde buis getrokken. De verplaatsing van de draden ten opzichte van elkaar werd omgezet in een electrisch signaal. Het wordt uit de beschrijving niet duidelijk hoe de meting precies in zijn werk ging; resultaten zijn nooit gepubliceerd.

2.3. De ontsluitingsmeter van Friedman.

In 1955 publiceerde Friedman zijn ervaringen met een ontsluitingsmeter, bestaande uit een 25 cm lange, gemodificeerde korentang.

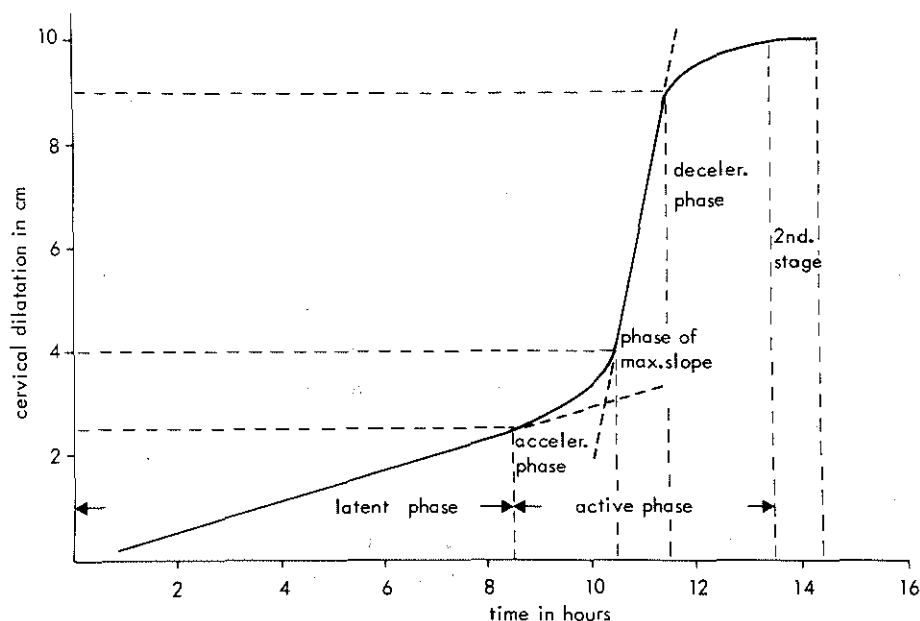


Figuur 2.1. De "Friedman forceps"; (Friedman, 1955).

Het intravaginale gedeelte van deze zogenaamde "Friedman forceps" had een bekkenkromming. Door middel van 2 klemmen werden de uiteinden van de tang aan de portio bevestigd.. Aan het distale einde van de tang was een maatverdeling aangebracht, waarop het uiteenwijken van de proximale uiteinden en dus de ontsluiting kon worden afgelezen (figuur 2.1.).

De gemiddelde fout in de meting over een gebied van 0 - 10 cm werd opgegeven als slechts 0.5 mm.

Door middel van dit apparaat toonde Friedman bij 25 primigravidae aan, dat de ontsluiting volgens een sigmoid-curve verloopt. Een dergelijk verloop was op basis van herhaalde vaginale touchers reeds eerder door Friedman (1954, 1955) beschreven (figuur 2.2). In hoofdstuk 6.5. wordt hierop nader ingegaan.



Figuur 2.2. De sigmoidcurve van de ontsluitingsperiode gebaseerd op 500 primigravidae (Friedman, 1955).

Evenals het vaginale toucher verschaft dit instrument slechts momentopnamen, hoewel de betrouwbaarheid wat groter zou zijn.

In 1963 beschreef Friedman tezamen met von Micsky een variant van zijn ontsluitingsmeter waarmee de veranderingen in de ontsluiting van de cervix uteri wel continu konden worden gemeten en geregistreerd. Op het draaipunt van de tang werd een draaipotentimeter gemonteerd. De potentiaal veranderingen zijn evenredig aan de veranderingen in de hoek tussen de benen van de tang en dus aan de veranderingen in de ontsluiting. Het totale gewicht van het instrument bedroeg 90 gram; het intravaginale deel woog 50 gram. Friedman beperkte zich ook nu tot het aantonen van het sigmoidvormige verloop van de ontsluiting in de tijd.

De relatie tussen weeënactiviteit en ontsluiting werd door hem niet onderzocht.

Aan het instrument kleven de volgende nadelen:

- a Het gewicht van het instrument veroorzaakt ongemak voor de barende.
- b De bevestigingen kunnen van de cervix afscheuren waardoor cervixlesies ontstaan.
- c De ontsluiting wordt door het gewicht van het instrument beïnvloed. Het bleek dat hierdoor het voorste gedeelte van de ontsluitingsring minder snel ontsloot dan het achterste gedeelte zodat aan het einde van de ontsluitingsperiode de klemmen op 2 en 10 uur zaten in plaats van op 3 en 9 uur.
- d Bovendien drukken de laterale vaginawanden op de benen van de passer waardoor de ontsluiting wordt beïnvloed. Het is dan ook twijfelachtig of de resultaten verkregen met dit instrument een betrouwbare indruk kunnen geven van het fysiologisch gedrag van de cervix tijdens de ontsluiting.

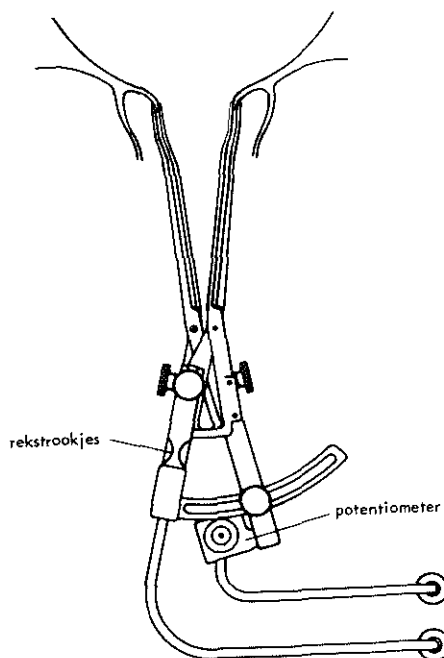
2.4. De ontsluitingsmeter van Siener.

Gelijktijdig en onafhankelijk van Friedman ontwikkelde Siener (1956) een instrument waarmee continue registratie van de ontsluiting tijdens de baring mogelijk was. Daarbij werd tevens de weeënactiviteit uitwendig geregistreerd met behulp van een pneumatische tokodynamometer. In de volgende jaren werden door deze onderzoeker verschillende typen "Zervixwehenschreiber" beschreven. Het eerste prototype (1956) bestond uit vier perlondraden met haakjes, die op 3, 6, 9 en 12 uur in de cervix werden bevestigd. Via een gefixeerd geleidingssysteem en katrollen werden de draden verbonden met vier pennen, waarvan de bewegingen op een kymograaf werden geschreven. Met dit apparaat werden 35 barenden gedurende in totaal 53 uur geregistreerd. Uit de beschrijving blijkt dat het slechts zelden lukte om de haakjes alle vier aan te brengen; vaak ook raakten de haakjes los tijdens de registratie. Een groot bezwaar van deze methode was dat de barenden volledig stil moesten liggen.

Dit principe werd dan ook al spoedig verlaten en in 1957 publiceerde Siener een tweede type "Zervixwehenschreiber", bestaande uit een gemodificeerde bekkenpasser met een ex-centrisch draaipunt. De benen van de passer werden door middel van haken aan de cervix bevestigd. De veranderingen in de stand van de benen van de passer, die een gevolg zijn van veranderingen in de ontsluiting, werden via een pneumatisch systeem overgebracht op een kymograaf en geregistreerd. Ook nu werd gelijktijdig uitwendig de weeënactiviteit geregistreerd door middel van een pneumatisch systeem. Het gewicht van dit apparaat bedroeg ongeveer 600 gram. Het is waarschijnlijk dat het gedrag van de cervix door dit gewicht wordt beïnvloed, evenals dit bij de "Friedman forceps" het geval is. Trauma van de cervix lijkt ook bij dit instrument niet uitgesloten, hoewel Siener hiervan geen melding maakt. Tenslotte heeft

het registreren van de bewegingen van de benen van de passer via een pneumatisch systeem duidelijke nadelen. Naarmate de ontsluiting toeneemt zal ook de druk op de rubber membraan toenemen. Dit zal een toenemende weerstand van de membraan veroorzaken, waardoor niet alleen de registratie niet lineair zal zijn, maar bovendien bij vermindering van de ontsluiting tijdens het afnemen van de contractie de veerkracht van de membraan invloed zal uitoefenen op het gedrag van de ontsluitingsring. Helaas wordt door Siener hier niet nader op ingegaan. Wegens deze nadelen is de toepassing van dit apparaat beperkt gebleven.

In samenwerking met Vossius (1961) werd de cervimeter weer gemodificeerd. Er werd gebruik gemaakt van starre darmklemmen met losse handvaten. Deze klemmen werden bevestigd aan de cervix op 3 en 9 uur; vervolgens werden de handvaten verwijderd en het receptorgedeelte werd aangebracht (figuur 2.3.).



Figuur 2.3. De "Zervixwehenschreiber" van Siener (1964).

Het pneumatische systeem werd bij dit instrument vervangen door een draaipotentimeter. De mechanische beweging van de klemmen werd daarmee omgezet in een potentiaal verschil en door middel van een recorder geschreven. Op dezelfde recorder werd ook de uitwendig gemeten weeënactiviteit geregistreerd. In zijn laatste publicatie beschrijft Siener (1964) dat hij rekstrookjes heeft aangebracht in het receptorgedeelte van de "Zervixwehenschreiber". Wanneer men nu tijdens de ontsluitingsmeting het instrument zodanig fixeert dat de klemmen aan de cervix niet meer ten opzichte van elkaar kunnen bewegen, dan zal de druk van het voorliggend deel op de klem zelf worden overgebracht en via de rekstrookjes kunnen worden geregistreerd (figuur 2.3.). Afwisselend kan zo de ontsluiting of de druk van het voorliggend deel op de cervix worden geregistreerd.

Op de resultaten, die door Siener (1959, 1961, 1963) met deze verschillende instrumenten zijn verkregen, zal in de bespreking van de resultaten van het eigen onderzoek worden teruggekomen.

2.5. De ontsluitingsmeter van Noack en Blaschkowski.

Om aan te tonen dat de cervix tijdens de ontsluitingsperiode passief is en geen eigen activiteit vertoont construeerden Noack en Blaschkowski (1958) een apparaat waarmee de druk van het voorliggende deel op de cervix werd opgevangen, zodat het gedrag van de cervix, zonder de invloed van het voorliggende deel erop, tijdens een contractie kon worden bestudeerd. Onder algehele anaesthesie werd een plaat aangebracht tussen het voorliggende deel en de cervix. Een gummi ballon werd in het ostium ingebracht en door middel van een gesloten pneumatisch systeem werden de drukveranderingen in de cervix tijdens een contractie gemeten.

Noack en Blaschkowski vonden dat tijdens een contractie de druk in de cervix afnam, ten gevolge van het toenemen van de ontsluiting.

Deze zeer ingrijpende methode van onderzoek, die naar onze mening niet ethisch verantwoord is, heeft geen resultaten van enige betekenis opgeleverd en heeft geen navolging gevonden.

2.6. De ontsluitingsmeter van Langreder.

Het door Langreder (1959) ontwikkelde instrument om continu de ontsluiting te meten lijkt op de gemodificeerde passer van Siener (1957). De uitslagen van de benen van de passer, die gefixeerd zijn aan de cervix op 3 en 9 uur, werden gemeten met behulp van een fotoelectrisch element. De weeënactiviteit werd zowel in- als uitwendig geregistreerd. Welke uitwendige drukreceptor en welke intra-uteriene drukcatheter hiervoor werd gebruikt is niet duidelijk.

De nadelen van deze methode zijn dezelfde als genoemd bij de bespreking van de "Friedman forceps" (2.3) en de "Zervixwehenschreiber" van Siener (2.4). De resultaten komen ter sprake bij de bespreking van de resultaten van het eigen onderzoek.

2.7. De ontsluitingsmeter van Warm.

Bij de methode van Warm (1967) werden door middel van klemmetjes 2 stiften op de cervix aangebracht, op 3 en 9 uur. De stiften bestonden uit 3 delen die door middel van twee buigpunten ten opzichte van elkaar konden bewegen. Bij verandering van de ontsluiting veranderden de hoeken tussen de 3 delen ten opzichte van elkaar, wat door een receptor werd geregistreerd en door een recorder werd geschreven. De weeënactiviteit werd niet geregistreerd. De gepubliceerde resultaten zijn uiterst summier.

2.8. De ontsluitingsmeter van Richardson et al.

Zeer recent beschreven Richardson et al. (1976) een op een passer gelijkend instrumentje waarvan de benen slechts 5 cm lang zijn. Rekstrookjes, gemonteerd op het draaipunt van de benen, maken het mogelijk veranderingen in de hoek tussen de benen, elektrisch op een recorder te registreren. Tegelijkertijd werd op niet nader beschreven wijze de intra-uteriene druk geregistreerd. Resultaten worden nauwelijks gegeven.

2.9. De ultrasone ontsluitingsmeter van Zador et al.

Op een bijeenkomst over "Engineering in medicine and biology" in Philadelphia (1974) deden Zador et al. mededeling van een instrument waarmee de ontsluiting door middel van ultrasone geluidsgolven kan worden gemeten. Zador et al. (1976) maakten gebruik van piëzoelectrische kristallen, met een trillingsfrequentie van 1.5 MHz, die door middel van een clip op de portio werden aangebracht en via een coaxiale kabel werden verbonden met het elektronische gedeelte van het apparaat.

De voortplantingssnelheid van het ultrageluid werd gemeten door de transducers op een vaste en bekende afstand van elkaar in de vagina aan te brengen en deze bleek circa 1500 m.sec⁻¹ te bedragen. Op grond van dit gegeven kan nu, uit de tijd die nodig is voor het ultrageluid om de andere transducer te bereiken, de onbekende afstand tussen de op de cervix bevestigde transducers worden berekend; dit is de ontsluiting. Uit in-vitro metingen bleek de nauwkeurigheid over een gebied van 2 - 12 cm, circa 2 mm te bedragen. Tegelijkertijd werden door Zador et al. de intra-uteriene druk geregistreerd; de wijze waarop dit gebeurde wordt niet medegedeeld. In 1976 werden de voorlopige resultaten van een pilot study bij 14 patiënten bekend gemaakt (6 nulliparae en 8 multiparae). Deze resultaten zijn summier en laten slechts kwalitatieve interpretaties toe, waarop later zal worden ingegaan.

2.10. Conclusie.

De meeste ontsluitingsmeters bestaan in principe uit een passer, waarbij de mechanische beweging via een potentio-meter, een pneumatisch systeem, rekstrookjes of een foto-electrische cel wordt omgezet in een elektrisch signaal. Het gebruik van deze instrumenten is met uitzondering van die van Siener (1961) en Friedman (1963) beperkt gebleven.

De gebruikte methoden zijn arbeidsintensief en ingrijpend voor de zwangere. Ten gevolge van het grote gewicht van de apparaten kunnen laesies van de cervix ontstaan. Bovendien wordt de ontsluiting beïnvloed. De verkregen resultaten zijn summier, zij laten slechts een kwalitatieve interpretatie toe.

De enige op een duidelijk ander principe gebaseerde cervimeter is die van Zador et al. (1974; 1976). Bij dit apparaat, waarbij gebruik wordt gemaakt van ultrasone trillingen, vallen bovengenoemde nadelen weg. De tot nog toe door hen gepubliceerde resultaten zijn beperkt, slechts gebaseerd op 14 patiënten en laten uitsluitend kwalitatieve conclusies toe.

Tot op heden ontbreekt dan ook betrouwbare kwantificeerbare informatie betreffende de relatie tussen de intra-uteriene druk en de ontsluiting.

Onafhankelijk van Zador, werd in dezelfde periode door ons een cervimeter ontwikkeld, eveneens gebaseerd op het principe van het ultrageluid (Kok et al., 1975; 1976). Dit instrument zal in het volgende hoofdstuk worden beschreven.

HOOFDSTUK 3

DE ULTRASONE ONTSLUITINGSMETER.

Zoals gesteld in hoofdstuk 1 werd gestreefd naar het ontwikkelen van apparatuur voor continue meting van de ontsluiting tijdens de baring. Op grond van de nadelen van de in de literatuur beschreven mechanische instrumenten (hoofdstuk 2) werd gekozen voor toepassing van ultrageluid. De ultrasone ontsluitingsmeter, die in de volgende paragrafen zal worden beschreven, werd vanaf 1973 ontwikkeld binnen de afdeling Obstetrie van het Academisch Ziekenhuis Rotterdam-Dijkzigt, in nauwe samenwerking met de Centrale Research Werkplaatsen van de Erasmus Universiteit.

3.1. Het principe van de ultrasone ontsluitingsmeter.

Aan de cervix uteri worden tegenover elkaar twee *ultrageluid transducers* bevestigd. Elk van deze transducers bevat een piëzo-electrisch kristal. Piëzo-electrisch materiaal heeft de eigenschap om op een elektrische spanning te reageren met verandering in dikte. Deze verandering in dikte veroorzaakt in het omgevende medium longitudinale golven met een frequentie van meer dan 20 kHz, dat wil zeggen een ultrasone trilling. Anderzijds heeft piëzo-electrisch materiaal ook de eigenschap om trillingen om te zetten in een elektrisch potentiaalverschil. Wanneer dus een piëzo-electrisch kristal wordt getroffen door een ultrasone trilling zal het reageren met een potentiaalverschil.

In één van de aan de cervix bevestigde kristallen -de zendtransducer- wordt een ultrasone trilling opgewekt, die door het andere kristal -de ontvangtransducer- wordt omgezet in een elektrisch signaal. Indien nu de voortplantingssnelheid van de ultrasone trilling bekend is, kan uit het verschil tussen het tijdstip waarop de tril-

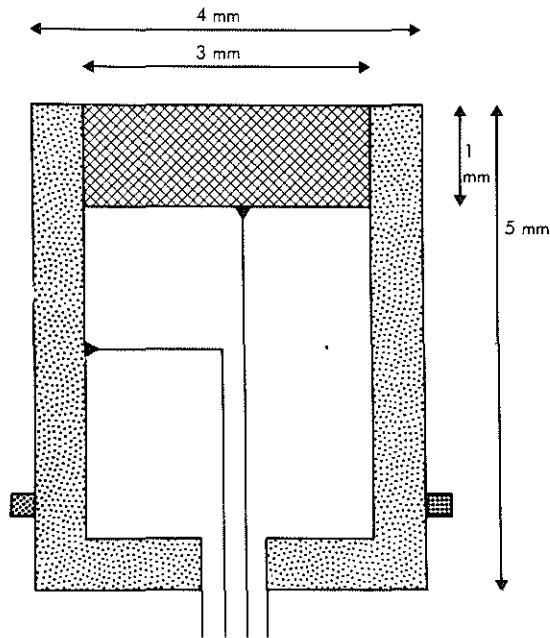
ling in de zender wordt opgewekt en in de ontvangstransducer wordt ontvangen, de afstand tussen de beide transducers, dat wil zeggen de diameter van de ontsluitingsopening, worden berekend. De meting van het tijdsverschil en de berekening van de afstand vinden plaats in het *electronische gedeelte* van de apparatuur.

Tabel 3.1. Technische specificaties van de ultrasone ontsluitingsmeter.

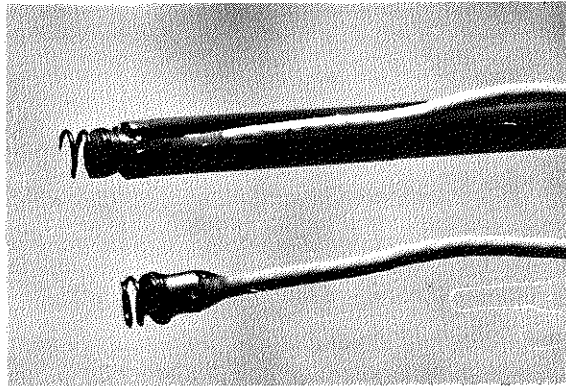
transducer basismateriaal	: PXE 5
transducer houdermateriaal	: R.V.S. 316
radiale trillingsfrequentie	: circa 600 KHz
herhalingsfrequentie	: 200 Hz
analoge versterking	: 60 dB (1000 x)
damping low pass filter	: 6 dB
voortplantingssnelheid (yk)	: 1500 m.sec^{-1}
isolatieweerstand net-behuizing	: $1.25 \times 10^{10} \Omega$ bij 500 V
isolatieweerstand galvanische scheiding	: $10^{12} \Omega$ bij 1000 V
weerstand aardleiding	: $65 \text{ m} \Omega$ bij 25 A
behuizing lekstroom: <u>uit</u>	: 20 μA
ongeaard: <u>aan</u>	: 225 μA
patiëntlekstroom: <u>uit</u>	: < 1 μA
app. geaard / ongeaard: <u>aan</u>	: < 1 μA
lekstroom patient naar fase	: < 4 μA
type	: apparaat klasse I-type BF
principe	: ultrasoon
meetbereik	: 2 tot 12 cm
resolutie	: < 2 mm
netspanning	: 220 V bij 50 Hz
uitgangsspanning	: 0-1 V voor 2 - 10 cm
intensiteit	: circa 2 mW.cm^{-2}

3.2. De ultrageluid transducers.

De transducers zijn opgebouwd uit een schijfje piëzo-electrisch materiaal (bariumtitanaat), PXE 5 (tabel 3.1.,



Figuur 3.1. De opbouw van de ultrasound transducer. Het piëzo-electrische kristal is gearceerd met kruisende lijnen; de wanden van het roestvrij stalen huis zijn gestippeld.



Figuur 3.2. De ultrasound transducer met de spiraal. Een transducer is gevat in een speciale voerder om de transducer in de rand van de portio te kunnen schroeven.

figuur 3.1. en 3.2.) met een diameter van 3 mm en een dikte van 1 mm. De schijf is gevat in een roestvrij stalen huis met een lengte van 5 mm en een diameter van 4 mm. Een kleine spiraal, bevestigd aan de voorzijde van het metalen huis, maakt het mogelijk om de transducer in de rand van de portio te "schroeven" (figuur 3.2. en 4.1.). Het piëzo-electrische kristal resoneert in radiaire vibratie met een verwachte frequentie gelijk aan:

$$f = \frac{N_p}{D} = \frac{2000}{3 \times 10^{-3}} = 666 \text{ KHz, waarin}$$

f = de frequentie (Hz)

N_p = de frequentie-constante voor planaire vibratie (Hz. meter⁻¹).

D = de diameter van het piëzo-electrische kristal (meter).

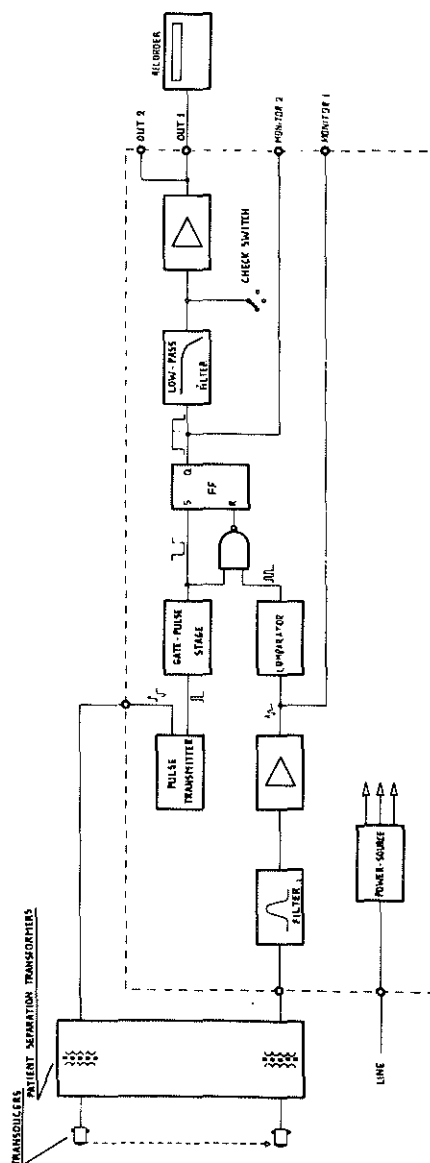
Ten gevolge van de massa van het metalen huis is de werkelijke frequentie iets lager en bedraagt ongeveer 600 KHz of 0.6 MHz. De intensiteit van de opgewekte trilling bedraagt circa 2 mW.cm⁻².

3.3. Het elektronische gedeelte.

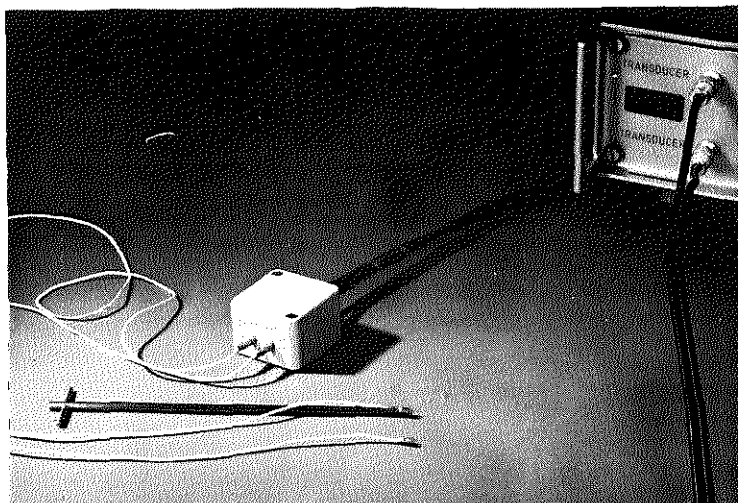
Een 2 meter lange coaxiale kabel verbindt beide transducers met het elektronische gedeelte van het instrument (figuur 3.3) via 2 hoogfrequente scheidingstransformatoren. Hierdoor is de patiënte electrisch gezien, losgekoppeld van het elektronische gedeelte zodat een maximale veiligheid wordt gegarandeerd (figuur 3.4).

De zendtransducer is verbonden met een zendpulsgenerator die een zendpuls van circa 60 V Pk-Pk met een herhalingsfrequentie van 200 Hz opwekt. De ontvangtransducer is verbonden met een selectieve versterker met een bereik van 60 dB. Tegelijk met de zendpuls wordt de "set-reset flip-flop" ingeschakeld. Na ontvangst van een zendpuls door de ontvangtransducer wordt de "set-reset flip-flop"

The timing diagram consists of four horizontal signal traces. The first trace, labeled 'TRANSMITTER PULSE', shows a single rectangular pulse. The second trace, labeled 'RECEIVER', shows a noisy signal that remains at a low level until the transmitter pulse occurs, at which point it rises to a high level. The third trace, labeled 'AFTER COMPARING', shows a signal that is low until the receiver signal rises, then it has a small rectangular pulse that returns to low. The fourth trace, labeled 'GATE PULSE', shows a signal that is low until the receiver signal rises, then it rises to a high level and remains high for a duration longer than the pulse in the 'AFTER COMPARING' trace.

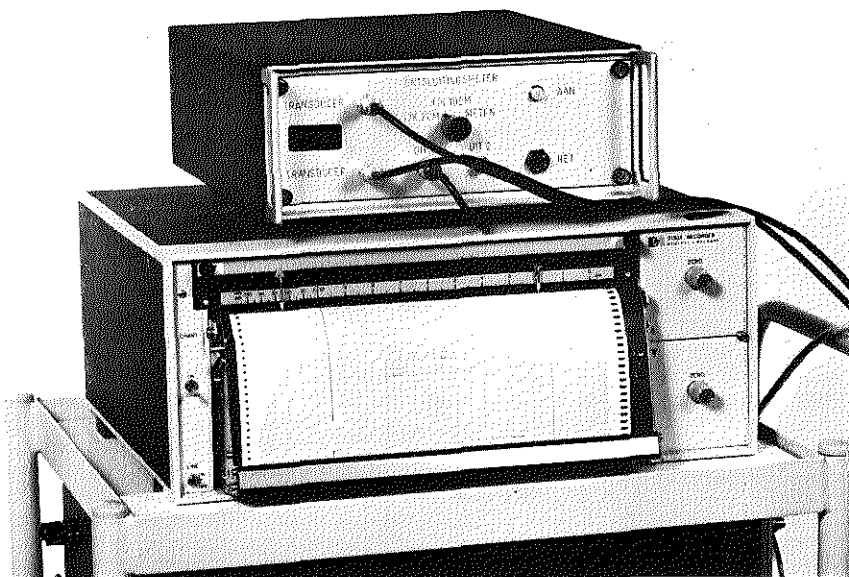


27



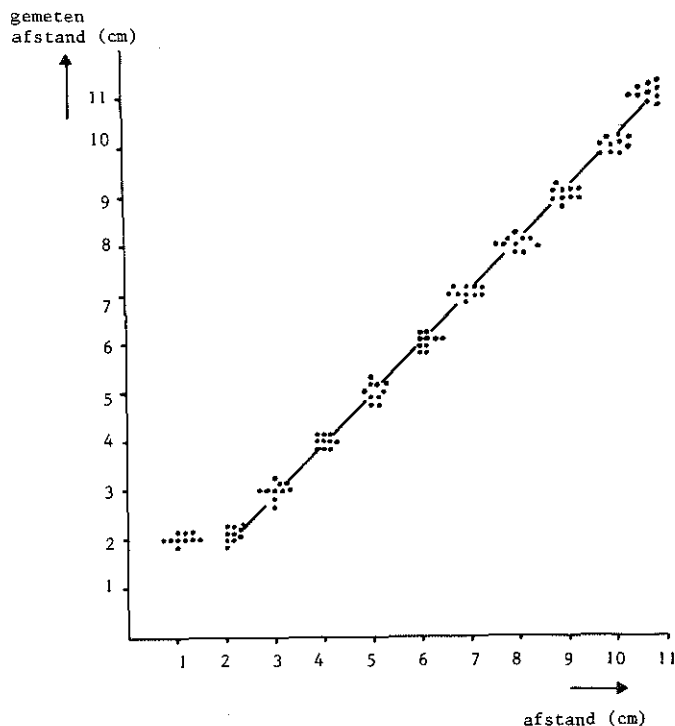
Figuur 3.4. De scheidingstransformatoren met de coaxiale kabel.

uitgeschakeld. De tijd die de "flip-flop" zich in de "1" positie bevindt is recht evenredig aan de afstand tussen de beide transducers. De flip-flop output wordt gefilterd door een laag doorlaatfilter. Na versterking wordt een gladde gelijkspanning verkregen, die dus recht evenredig is aan de afstand tussen beide transducers. Door middel van een recorder kan dit signaal continu worden geschreven (figuur 3.5.). Hiervoor werd een standaard HP recorder (No. 7130 A Hewlett Packard) met 2 pennen gebruikt, met een papiersnelheid van 3 cm per minuut. Via een tweede output kan het signaal tevens op een electromagnetische bandrecorder worden opgenomen, waardoor automatische verwerking van de gegevens mogelijk is. Hiervoor werd een Philips standaard Analog-7 tape recorder gebruikt. De signalen, die door de ontvangstransducer worden ontvangen, worden zichtbaar gemaakt op een elektronen oscilloscoop (Tektronix, type 504). In het blokschema is dit aangegeven als monitor 1 (figuur 3.3.).



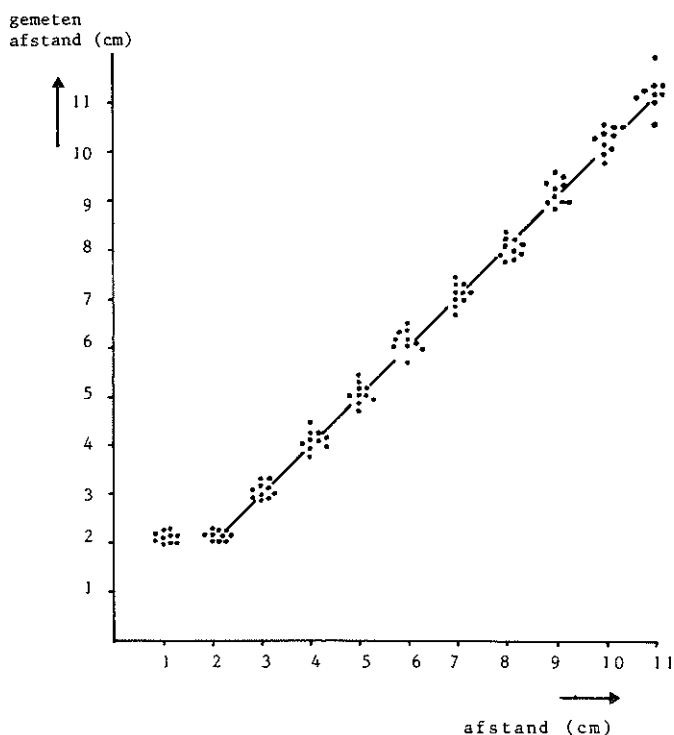
Figuur 3.5. De ontsluitingsmeter met de recorder.

De elektronische ijking. Berekening van de afstand tussen de transducers is alleen mogelijk bij een bekende voortplantingssnelheid van het ultrageluid signaal. De voortplantingssnelheid van ultrageluid in water bedraagt 1480 m.sec^{-1} (Wells, 1969). Hoe groter de concentratie van water in biologische weefsels, des te meer zal de voortplantingssnelheid daarin die van water benaderen (Wladimiroff, 1974, 1975). Het milieu in de ontsluitingsopening heeft een waterige, slijmachtige consistentie; volgens Zador (1974, 1976) plant het ultrageluid zich in dit milieu voort met een snelheid van circa 1500 m.sec^{-1} . Volgens metingen van Bakke en Gytte (1974) bedraagt de voortplantingssnelheid van ultrageluid in de cervix bij zwangere vrouwen gemiddeld 1625 m.sec^{-1} . Deze gemiddelde waarde, die ons erg hoog voorkomt, is gebaseerd op 108 metingen bij vrouwen met een zwangerschapsduur van 7 tot



Figuur 3.6. De relatie tussen de door de ontsluitingsmeter gemeten afstand en de opgelegde afstand; 110 metingen in vitro; water diende als medium.

42 weken; 23 metingen werden vóór de 24e week verricht. Aangezien het watergehalte van de cervix aan het einde van de zwangerschap hoger is dan aan het begin zal de voortplantingssnelheid tegen het einde van de zwangerschap waarschijnlijk lager liggen en meer de door Zador gemeten 1500 m.sec^{-1} benaderen (Buckingham et al., 1962, 1965). Wladimiroff (1975) kon aantonen dat de voortplantingssnelheid van ultrageluid in hersenweefsel van à terme foeten bij een temperatuur van 37°C , in vitro, gemiddeld 1540 m.sec^{-1} bedraagt. Dit is van belang omdat bij toeneming van de ontsluiting de foetale schedel in de ontsluitings-



Figuur 3.7. De relatie tussen de door de ontsluitingsmeter gemeten afstand en de opgelegde afstand; 110 metingen in vitro; spierweefsel diende als medium.

opening en dus tussen de transducers kan komen te liggen. Op grond van hiervoor genoemde literatuurgegevens werd de ontsluitingsmeter geijkt op een voortplantingssnelheid van 1500 m.sec^{-1} .

3.4. De nauwkeurigheid van de meting.

De nauwkeurigheid van de ontsluitingsmeter werd onderzocht in vitro en in vivo.

3.4.1. Metingen in vitro.

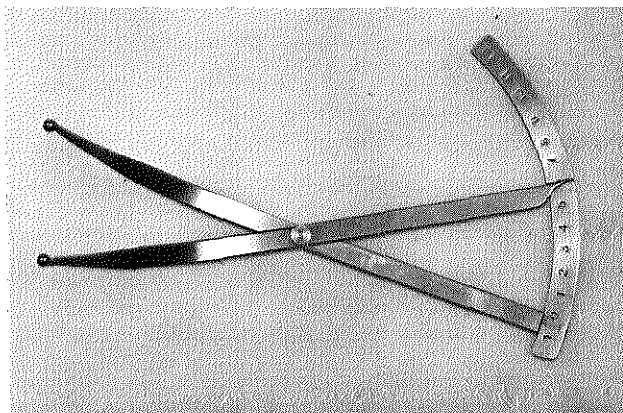
Met water als medium werden 110 metingen verricht. De resultaten hiervan zijn weergegeven in figuur 3.6. Vanaf

een afstand van 2 cm bestaat er een lineaire relatie tussen de gemeten afstand en de opgelegde afstand. Alle metingen verricht bij een afstand < 2 cm worden door de cervimeter als circa 2 cm aangegeven, omdat er ten gevolge van de geringe afstand "overspraak" tussen de transducers optreedt. Nooit vertoonde de cervimeter een afwijking groter dan 2 mm.

Met *spierweefsel* als medium werden eveneens 110 metingen verricht. De resultaten hiervan zijn weergegeven in figuur 3.7. Ook hier is er vanaf 2 cm een lineair verband tussen de gemeten afstand en de opgelegde afstand. De maximaal gemeten afwijking bedroeg nooit meer dan 2 mm.

3.4.2. Metingen in vivo.

Bij 12 vrouwen in partu werd de grootte van de ontsluitingsopening, zoals die werd gemeten met de ultrasone ontsluitingsmeter, vergeleken met die verkregen door meting met behulp van een passer (figuur 3.8).

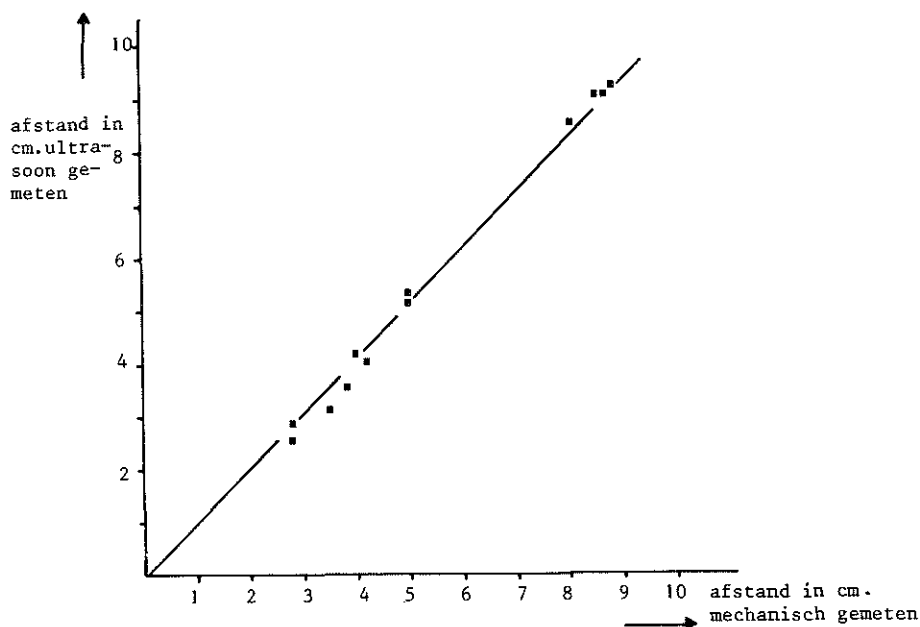


Figuur 3.8. De gemodificeerde bekkenpasser waarmee de ontsluiting in vivo werd gemeten.

Na het aanbrengen van de transducers of vlak voor het verwijderen ervan werd de passer op geleide van de toucherende hand in de vagina ingebracht. De bolletjes aan het

uiteinde van de benen van de passer werden tegen de transducers gelegd en op de schaalverdeling werd de afstand in centimeters afgelezen.

De resultaten zijn in figuur 3.9. samengevat. Er is vrijwel volledige correlatie. Nergens bedraagt de afwijking ten opzichte van de identiteitslijn meer dan 3 mm. Gezien het feit dat uit de grafische weergave reeds blijkt dat de meetuitkomsten zich in alle gevallen zeer dicht rondom de meetverwachting bevinden, is afgezien van de berekening van betrouwbaarheidsintervallen voor elke meetverwachting. Uit deze metingen in vivo en in vitro blijkt dat de door de ontsluitingsmeter geregistreerde ontsluiting voldoende nauwkeurig en dus ook precies is om te worden gebruikt voor kwantitatieve bewerking.



Figuur 3.9. Correlatiegrafie van de door de ontsluitingsmeter gemeten ontsluiting en de door de "bekkenpasser" gemeten ontsluiting; 12 metingen in vivo.

3.5. De veiligheid van Ultrageluid.

Ultrageluidsgolven kunnen veranderingen in weefsels veroorzaken. Voor het optreden hiervan zijn van belang: de intensiteit, de expositieduur en de frekwentie van de expositie van het ultrageluid. Van belang is ook het al of niet continu uitgezonden worden van het ultrageluidssignaal. Bij de door kortdurende stimuli opgewekte ultrageluidsgolven "slaapt" de transducer 90 % van de tijd. In de gynaecologie en verloskunde wordt voor diagnostische doeleinden gebruik gemaakt van ultrageluidsgolven met een intensiteit van $1.5 - 4.0 \text{ mW.cm}^{-2}$ (Wladimiroff, 1974). In de foetale tachometrie wordt gebruik gemaakt van continue ultrageluidsgolven en bij de echoscopische diagnostiek van "gepulsde" geluidsgolven. De expositietijd varieert van enige minuten tot enige uren.

Mannor et al. (1972) verrichtten een onderzoek naar het optreden van schadelijke effecten van ultrageluid bij 160 zwangere muizen met een controle groep van 40 zwangere muizen. Verschillende groepen werden door middel van een ultrasoundtransducer (radius 1.05 cm), die door middel van een oliekolom van 1.5 cm contact maakte met het abdomen van de muis, gedurende 5-60 minuten, 1 tot 5 dagen achtereenvolgend, continu blootgesteld aan ultrageluid, met intensiteiten van $164 - 1050 \text{ mW.cm}^{-2}$ en een frekwentie van 2.28 MHz. Bij een intensiteit van 490 mW.cm^{-2} liep de temperatuur intra-uterien, na expositie gedurende 60 minuten, maximaal 9 graden op. Noch bij de moeder, noch bij de foetus, noch bij de neonaten konden in dat geval macroscopische of microscopische afwijkingen worden vastgesteld. Onderzoek naar chromosomenafwijkingen bij foetussen die op de 14e dag van de zwangerschap gedurende 60 minuten aan een intensiteit van 490 mW.cm^{-2} werden onderworpen, leverde geen verschillen op met de controlegroep. Ook in de groep muizen die na 5 minuten waren overleden ten gevolge van een bestraling met een intensiteit van 1050 mW.cm^{-2}

konden bij de foetussen geen verschillen met betrekking tot chromosomenafwijking worden waargenomen in vergelijking met de contrôlegroep.

Mannor concludeert dan ook dat de apparatuur waar in de praktijk mee wordt gewerkt, gezien de lage intensiteiten die daarbij worden gebruikt ($1.5 - 40 \text{ mW.cm}^{-2}$), als veilig kan worden beschouwd.

Door Mermut et al. (1973) werden lymphocytenkweken van bloed van volwassenen (2 cultures) en van navelstrengbloed (4 cultures) gedurende 72-90 uur blootgesteld aan ultrageluid met een frekwentie van 2.25 MHz en een intensiteit van 3 mW.cm^{-2} . Ondanks de zeer lange expositietijd werd in vergelijking met een contrôlegroep geen toeneming van chromosomenafwijkingen geconstateerd.

Dewhurst (1971) onderwierp 24 vrouwen die een abortus provocatus via hysterotomie zouden ondergaan aan ultrageluidsgolven gedurende 1 uur. In twaalf gevallen werd de foetus in utero blootgesteld aan gepulsde ultrageluidsgolven (door middel van een Diasonograph) en in de overige twaalf gevallen aan continue ultrageluidsgolven (door middel van een standaard Doppler apparaat voor foetale hartdetectie). Het aantal chromosomenafwijkingen gevonden in kweken van het foetale bloed was niet groter dan de in de literatuur als normaal opgegeven getallen.

Hellman et al. (1970) onderzochten een groep vrouwen die in de zwangerschap een of meer ultrasound onderzoeken hadden ondergaan. Slechts de groep van 1079 vrouwen bij wie de zwangerschap tot aan het moment van het ultrasound-onderzoek volkomen normaal was verlopen werd in het onderzoek betrokken. Het percentage congenitale afwijkingen van de pasgeborenen bedroeg in de totale groep (3297 vrouwen) 3.7; in de groep van 1079 vrouwen was dit 2.7. Deze percentages werden vergeleken met die verkregen bij een groot onderzoek in de V.S. naar congenitale afwijkingen bij 63.238 enkelvoudige zwangerschappen. Het percentage congenitale afwijkingen bedroeg daarin 4.8.

De door ons ontwikkelde transducers leveren een intensiteit van circa 2 mW.cm^{-2} bij een frequentie van 0.6 MHz. Aangezien het ultrageluid bovendien "gepulsd" is mag op grond van het bovenstaande worden aangenomen dat geen schadelijke gevolgen voor moeder of kind kunnen worden verwacht.

HOOFDSTUK 4

UITVOERING VAN HET ONDERZOEK.

Het onderzoek werd grotendeels uitgevoerd bij zwangeren, die voor prenatale controle de polikliniek Obstetrie van het Academisch Ziekenhuis Rotterdam-Dijkzigt hadden bezocht en voor electieve inleiding van de baring of spontaan in partu werden opgenomen. Een klein aantal zwangeren, opgenomen op de afdeling Zwangerschapspathologie, bij wie de baring op medische indicatie werd ingeleid, werd eveneens in het onderzoek betrokken. Aan alle betrokken zwangeren werd toestemming gevraagd het onderzoek te mogen uitvoeren, nadat het doel en de methode van het onderzoek in begrijpelijke termen waren uitgelegd.

4.1. Selectie van de zwangeren.

Bij het onderzoek naar het verloop van de ontsluiting in relatie tot de intra-uteriene druk waren 4 groepen zwangeren betrokken.

- Nulliparae, spontaan in partu (NS).
- Nulliparae, bij wie de baring op medische of electieve indicatie werd ingeleid met oxytocine (NP).
- Multiparae, spontaan in partu (MS).
- Multiparae, bij wie de baring op medische of electieve indicatie werd ingeleid met oxytocine (MP).

Om bij het onderzoek te worden betrokken moesten deze zwangeren aan de volgende voorwaarden voldoen:

1. Zekere zwangerschapsduur van 38-42 weken. De zwangerschapsduur werd zeker geacht op grond van:
 - zekere laatste menstruatie
 - regelmatige cyclus
 - orale anticonceptie tenminste 3 maanden voor de laatste menstruatie gestaakt

- klinisch uitzetting in overeenstemming met de duur van de amenorrhoe.
- 2 Tijdens de zwangerschap geen praemature of immature weeënactiviteit.
- 3 Geen contraindicatie voor amniotomie en inbrengen van een foetale schedelelectrode en een drukcatheter.
- 4 Kind in schedelliging.
- 5 Een cervixscore ≥ 6 , met uitzondering van 5 patiënten die in hoofdstuk 6.1. nader worden besproken.
Voor de beoordeling van de rijpheid van de cervix baseerden wij ons op de cervixscore volgens Burnhill et al. (1962) die in onze kliniek wordt gebruikt (tabel 4.1.).
- 6 In principe werd het onderzoek beperkt tot Nederlandse (Kaukasische) vrouwen. In het onderzoek zijn 2 zwarte en 2 Chinese zwangeren opgenomen. Wij meenden dit te kunnen doen aangezien door Duignan et al. (1975) bij een onderzoek naar de relatie tussen de ontsluiting en de tijd bij 1306 blanke, aziatische en zwarte patiënten geen verschil kon worden aangetoond in het ontsluitingsbeloop tussen de verschillende rassen.

Tabel 4.1. Gemodificeerde cervixscore volgens Burnhill (1962).

kwaliteiten van de cervix	score		
	0	1	2
consistentie	stug	intermediair	week
verstriking	staand	intermediair	verstreken
positie	sacraal- waarts	centraal	symphyse- waarts
ontsluiting	< 1 cm	1 - 2 cm	\geq 2 cm

Niet alle zwangeren die voldeden aan bovengenoemde voorwaarden en zich bereid hadden verklaard om aan het onderzoek mee te doen konden worden onderzocht. Het aantal

zwangeren dat uiteindelijk in het onderzoek kon worden betrokken werd bepaald door de mogelijkheid om op een bepaalde dag te meten.

4.2. Het inleiden van de baring.

Bij alle zwangeren die spontaan in partu waren werden de vliezen artificieel gebroken indien ze niet spontaan waren gebroken; dit om registratie mogelijk te maken. Bij alle zwangeren die op medische of electieve indicatie voor inductie van de baring in aanmerking kwamen werd ongeveer een half uur nadat de vliezen artificieel waren gebroken begonnen met intraveneuze infusie van oxytocine door middel van een Harvard infuuspomp. Op geleide van de frekwentie en de intensiteit van de uteruscontracties werd de initiële hoeveelheid oxytocine, 1.8 mE/minuut, ieder kwartier opgevoerd tot maximaal 19.8 mE/minuut (Lindgren, 1968, 1971, 1972, 1973). Dit was in alle gevallen voldoende voor het verkrijgen van een adequate uterusactiviteit.

4.3. De meting van de intra-uteriene druk en de ontsluiting.

De zwangere werd in steensnedeligging op een dwarsbed gelegd en voorbereid voor een aseptisch vaginaal onderzoek. Indien de vliezen nog stonden, werden deze gebroken, waarna een met gedestilleerd water gevulde open-tip catheter transcervicaal in de uterus werd ingebracht. Hierna werd een schedelelectrode (Corometrics spiral electrode B-2462) op de foetale schedel aangebracht. De portio werd door middel van een klepspeculum zichtbaar gemaakt en met behulp van een speciale voerder werden de ultrasone transducers op de rand van het ostium externum van de cervix aangebracht op 3 en 9 uur (figuur 4.1). De schedelelectrode, de drukcatheter en de draden van de ultrasone transducers werden gefixeerd aan het bovenbeen van de patiënte. De open-tip catheter en de schedelelec-



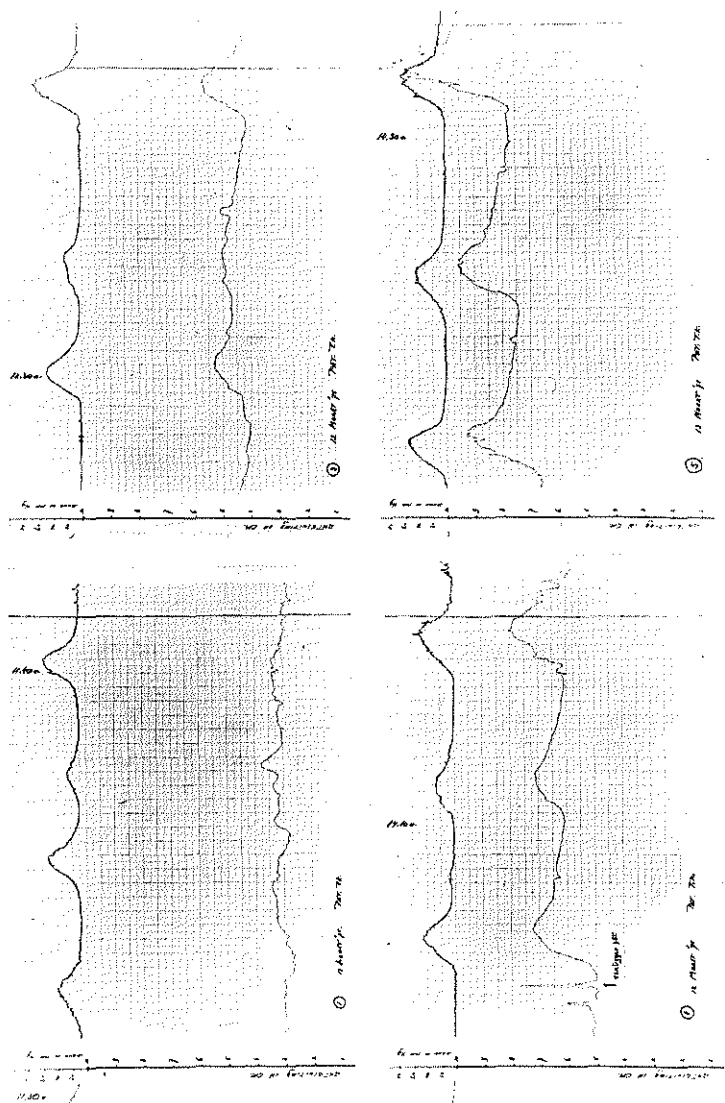
Figuur 4.1. De ultrasoundtransducers in situ.

trode werden verbonden met een Corometrics Fetal Monitor (model 111). De kabels van de ultrasone transducers werden gekoppeld aan de ontsluitingsmeter. De ontsluitingsmeter en de foetale monitor werden zowel verbonden met een tweekanalige HP schrijver (papiersnelheid 3 cm/min) als met een Analog 7 bandrecorder. Vervolgens werd de apparatuur elektronisch geijkt. Om het signaal niet te verstoren en om te voorkomen dat de transducers loslieten werd in principe gedurende de gehele registratieperiode niet getouchéerd. De stand en de indaling van het foetale hoofd konden dus pas aan het begin van de uitdrijvingsperiode worden beoordeeld. De transducers bleven in 95 % van de gevallen in situ, ondanks de veranderingen die de cervix tijdens de ontsluitingsperiode ondergaat. De vrouw hoeft bij dit alles niet onbeweeglijk te blijven liggen. Wanneer volkomen of bijna volkomen ontsluiting was bereikt werden de transducers vóór het begin van de uitdrijvingsperiode verwijderd, door met de toucherende vingers de transducers tegen de klok in te draaien. In alle gevallen bleken de transducers zich in de uitgangspositie te be-

vinden (3 en 9 uur). Beschadigingen aan de cervix of de vagina hebben wij nooit kunnen vaststellen, noch onmiddellijk post partum, noch bij de post partum controle na 6 weken. Tweemaal zijn de transducers tijdens de uitdrijvingsperiode in situ gebleven. In die gevallen konden geen excoriaties bij de pasgeborene worden vastgesteld.

4.4. De registraties.

Een voorbeeld van een registratie wordt gegeven in figuur 4.2. De registraties zijn in het algemeen van goede kwaliteit. De ontsluitingscurve vormt een afspiegeling van de drukregistratie. Bovendien is in de ontsluitingscurve de stijgende trend adequaat aantoonbaar. Op de kwantitatieve aspecten zal in het volgende hoofdstuk nader worden ingegaan.



Figuur 4.2. Gravida II, para 0, 41 weken amenorrhoe, cervixscore 7, electieve inductie met oxytocine. De registratie begint bij een ontsluiting van 3 cm (1). De ontsluitingscurve vertoont een irregulair patroon onafhankelijk van de contractie. Na 2 uur is de ontsluiting 4½ cm (3). De ontsluitingscurve volgt de drukcurve. Na 2½ uur is de ontsluiting 7 cm (4). De toeneming van de ontsluiting tijdens de contractie wordt groter. Na 3 uur bedraagt de ontsluiting 10 cm (5).

HOOFDSTUK 5

VERWERKING VAN DE SIGNALEN VAN DE INTRA-UTERIENE DRUK EN DE ONTSLUITING.

In het proces van automatische verwerking van de verkregen signalen kunnen vier fasen worden onderscheiden:

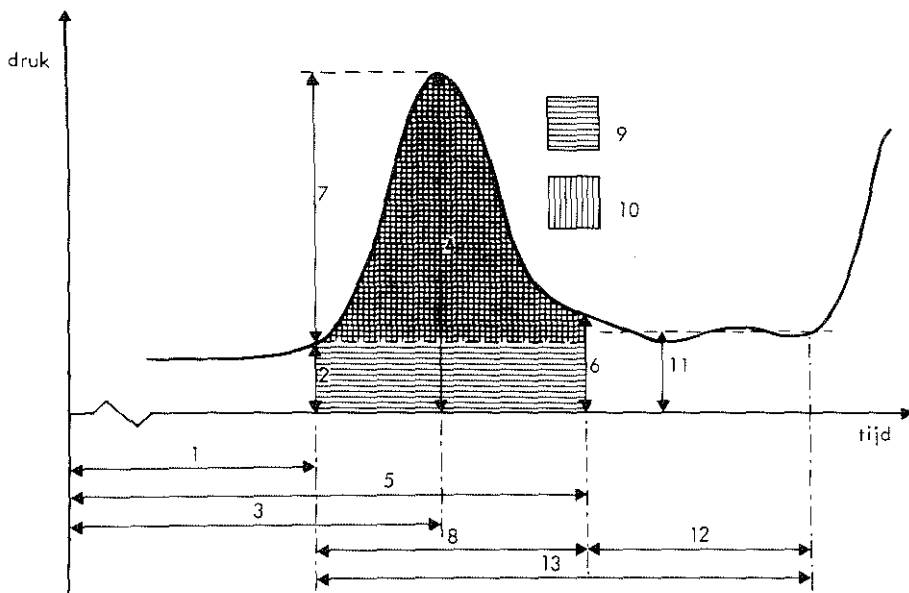
- allereerst werden die *variabelen van het druk- en ontsluitingssignaal gedefinieerd*, die voor verwerking in aanmerking kwamen. Zij moesten kenmerkend zijn voor het gehele signaal;
- vervolgens werden programma's ontwikkeld voor het *digitaliseren* van de aangeboden analoge informatie (programma GYNSAM);
- daarna werden programma's geschreven voor *detectie van de variabelen en patroonherkenning* (programma FILTER);
- tenslotte werd programmatuur opgesteld waarmee een *correlatie tussen verschillende variabelen* kon worden onderzocht (programma COR 2).

In de volgende paragrafen zullen deze verschillende fasen kort worden besproken.

5.1. De variabelen van de intra-uteriene druk en de ontsluiting.

Variabelen van de intra-uteriene drukcurve.

De variabelen zijn samengevat in figuur 5.1.; zij zijn met uitzondering van geringe afwijkingen in nomenclatuur, dezelfde als die welke beschreven zijn door Braaksma (1970); Romanini et al. (1974); Wladimiroff (1974); Chik et al. (1974, 1975) en Seitchik en Chatkoff (1975). Het begin van de registratie is tijdstip nul. Dit punt dient als referentiepunt.



Figuur 5.1. Variabelen van de intra-uteriene drukcurve.

Voor verklaring van de cijfers zie de tekst.

- 1 het tijdstip van het begin van de contractie (minuten)
- 2 de waarde van de druk op het tijdstip begin contractie (mmHg)
- 3 het tijdstip van het maximum van de contractie (minuten)
- 4 de waarde van de maximale druk tijdens de contractie (mmHg)
- 5 het tijdstip van het einde van de contractie (minuten)
- 6 de waarde van de druk op het tijdstip einde contractie (mmHg)
- 7 de intensiteit of amplitudo van de contractie, gedefinieerd als het verschil tussen de maximale druk en de begindruk (mmHg)
- 8 de duur van de contractie, dat wil zeggen het verschil tijdstip einde- tijdstip begin contractie (seconden)

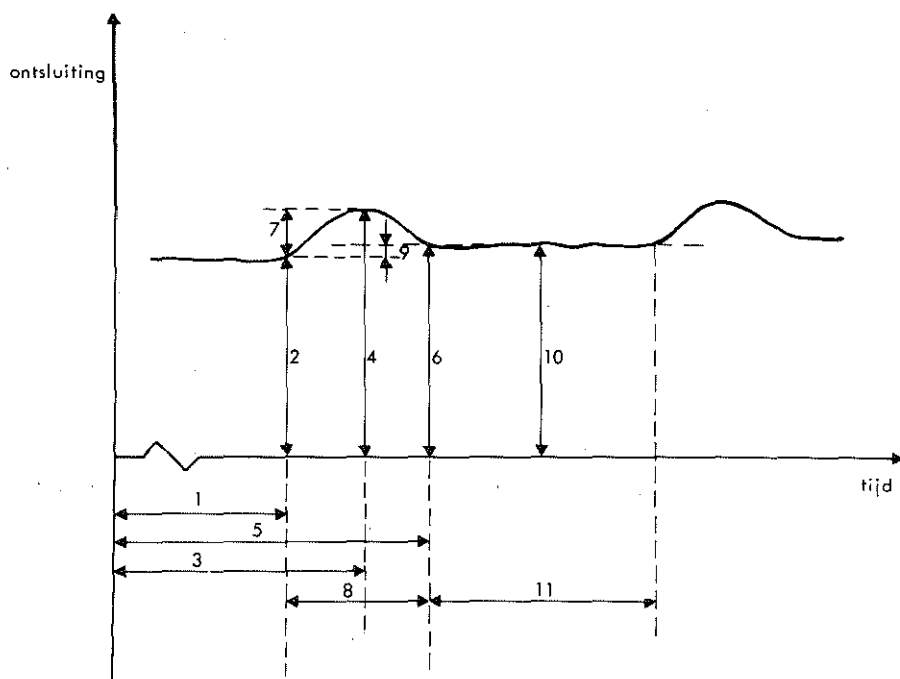
- 9 het oppervlak onder de contractiecurve ten opzichte van de nuldruk, als maat van de energie* (total pressure area, TPA, mmHg x sec)
- 10 het oppervlak onder de contractiecurve ten opzichte van de begindruk (active pressure area, APA), als maat voor de werkelijk door de uteruscontractie geleverde energie* (mmHg x sec)
- 11 de gemiddelde rustdruk tussen twee contracties (mmHg)
- 12 de rusttijd tussen twee opeenvolgende contracties (seconden)
- 13 de periode van de contractie gedefinieerd als het tijdsinterval tussen de beginpunten van twee opeenvolgende contracties (seconden)
- 14 de cumulatieve totale energie. Dit is een afgeleide van variabele 9. Alle energie, in de tijd gezien, door de uterus opgebracht wordt opgeteld op ieder gewenst moment.
- 15 de cumulatieve energie ten opzichte van de begindruk of de gecumuleerde "active pressure area's". Op dezelfde manier als variabele 14 is dit een afgeleide van variabele 10.

Variabelen van de ontsluitingscurve.

Deze variabelen zijn samengevat in figuur 5.2.

- 1 het tijdstip van het begin van de ontsluitingsreactie, dat wil zeggen het moment waarop de ontsluiting, als reactie op het toenemen van de intra-uteriene druk, groter wordt (minuten)
- 2 de ontsluiting bij het begin van de ontsluitingsreactie (cm)
- 3 het tijdstip waarop het maximum van de ontsluiting tijdens een uteruscontractie wordt bereikt (minuten)

* Het hier gebruikte begrip energie als maat voor de uterusactiviteit komt niet overeen met het in de fysica gebruikte begrip energie.



Figuur 5.2. Variabelen van de ontsluitingscurve.

Voor verklaring van de cijfers zie de tekst.

- 4 de maximale ontsluiting behorende bij tijdstip 3 (cm)
- 5 het tijdstip van het einde van de ontsluitingsreactie (minuten)
- 6 de ontsluiting aan het einde van de ontsluitingsreactie behorende bij tijdstip 5 (cm)
- 7 de delta-dilatatie, dat wil zeggen de maximale toeneming van de ontsluiting tijdens de contractie gerekend vanaf het begin van de ontsluitingsreactie (cm)
- 8 de duur van de ontsluitingsreactie; dit is de tijd die verloopt tussen tijdstip 1 en 5 (seconden)
- 9 de resultante van de ontsluiting na een ontsluitingsreactie. Dit is het verschil tussen de ontsluiting aan het begin en aan het einde van de curve (cm).

- 10 de gemiddelde ontsluiting tijdens de rustperiode (cm)
- 11 de rusttijd tussen 2 ontsluitingsreacties (seconden)
- 12 de reactietijd van het begin van de ontsluitingscurve. Dit is de tijd die verloopt tussen het begin van de uteruscontractie en de toeneming van de ontsluiting die daarvan het gevolg is (seconden) (figuur 5.12.).
- 13 de reactietijd van het maximum van de ontsluitingscurve. Dit is de tijd die verloopt tussen het maximum van de uteruscontractie en het maximum van de ontsluitingscurve (seconden) (figuur 5.12.).
- 14 de reactietijd van het einde van de ontsluitingscurve. Dit is de tijd die verloopt tussen het einde van de uteruscontractie en het einde van de ontsluitingscurve (seconden) (figuur 5.12.).

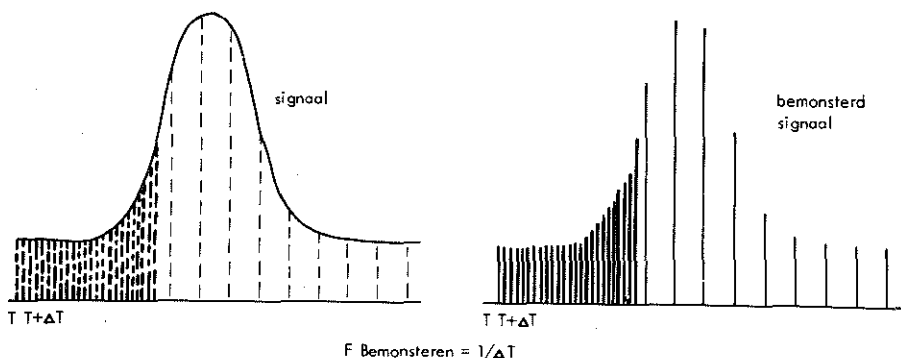
5.2. Het digitaliseren van de aangeboden informatie (Programma GYNSAM).

Om de verwerking van de aangeboden analoge informatie mogelijk te maken, werd deze bemonsterd en gedigitaliseerd met behulp van een AD converter (LPS/AD 12). Een voorwaarde voor adequate digitalisatie is dat de verkregen getallen zodanig representatief zijn voor de analoge informatie, dat uit die getallen het oorspronkelijke signaal weer kan worden verkregen (figuur 5.3.). Al onze signalen werden bemonsterd met een frequentie van 1 Hz, dit op grond van gegevens van Kurver (1974). De monsters van de druk- en ontsluitingssignalen werden opgeslagen op een zogenaamde "magtape-drive". Via een apart programma (CALIBR) werden de bij het druk- en ontsluitingssignaal behorende ijken ingevoerd.

5.3. Detectie en herkenning van patronen (Programma FILTER).

5.3.1. Detectie van variabelen.

Uit de lijst van variabelen blijkt dat vrijwel alle varia-

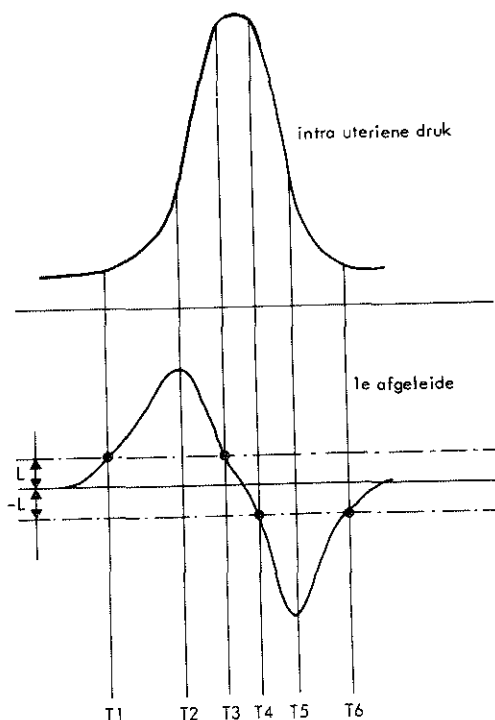


Figuur 5.3. Het bemonsteren van het analoge signaal.

belen, zowel die van de druk- als die van de ontsluitingscurve afhankelijk zijn van de *tijdstippen* waarop de uteruscontractie of de ontsluitingsreactie begint of eindigt. Dit houdt in dat de detectie van deze tijdstippen de basis vormt voor de berekening van alle andere variabelen. De methode van detecteren is in hoge mate van invloed op de conclusies die later uit de berekende resultaten worden getrokken (Chik, 1974).

Voor het detecteren van het begin en het einde van de contractiecurve werd aanvankelijk overwogen in navolging van Chik (1974) en Wladimiroff (1974) een drempel in te voeren. Wladimiroff (1974) gaat hierbij uit van de 20 mmHg grens. Deze methode is echter afhankelijk van de hoogte van de rustdruk en houdt onvoldoende rekening met de vorm van het signaal. Deze methode kan ook niet worden toegepast op het ontsluitingssignaal, omdat daarbij altijd een stijgende trend in het verloop van de ontsluitingsperiode optreedt.

Een andere manier om uteruscontracties te detecteren wordt beschreven door Kurver (1974). Deze onderzoeker bepaalt het begin en het einde van een contractie met behulp van de eerste afgeleide van het gefilterde signaal (figuur 5.4.). Deze afgeleide is een maat voor de stijg-



Figuur 5.4. Detectiemethoden van Kurver (1974) voor bepaling van de variabelen van het intra-uteriene druksignaal door middel van de 1e afgeleide.

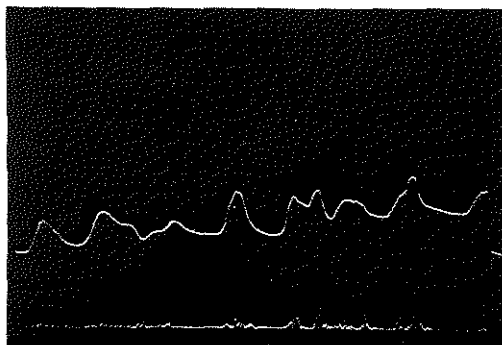
T1: begin van de contractie; T2: maximum van de afgeleide; T3: begin van de top; T4: einde van de top; T5: maximum van de afgeleide; T6: einde van de contractie; L: drempelwaarde.

snelheid. Deze methode is onafhankelijk van de vorm van het signaal. Door nu een bepaalde drempelwaarde L voor de mate van de stijgsnelheid te kiezen kunnen 6 significante tijdstippen in het signaal worden herkend (figuur 5.4.). De methode van Kurver kan ook op het ontsluitingssignaal worden toegepast. Wel dient dan rekening te worden ge-

houden met het feit dat de delta-ontsluiting aan het begin van de ontsluitingsperiode kleiner is dan aan het eind. De flanksteilheid zal dus in het begin van het signaal kleiner zijn. Het gevolg hiervan is dat bij een bepaalde waarde voor L aan het begin van de ontsluiting minder curven zullen worden gedetecteerd dan aan het einde. Bij verkleining van de drempelwaarde wordt weliswaar de gevoeligheid vergroot en kunnen meer ontsluitingscurven worden gedetecteerd, maar een nadeel is dan dat meer storingen zullen worden meegenomen.

De keuze van de drempelwaarde L is dus een compromis. Op basis van de onderzoeken van Kurver (1974) werd voor de druk een drempelwaarde van $0.2 \text{ mm Hg} \cdot \text{sec}^{-1}$ gekozen, wat in de praktijk goed bleek te voldoen. Langs empirische weg werd voor het ontsluitingssignaal een drempelwaarde van $0.007 \text{ cm} \cdot \text{sec}^{-1}$ vastgesteld.

De verschillen tussen signalen na filtering via een laag doorlaatfilter en niet-gefilterde signalen blijken bij het storingvrije ontsluitingssignaal in de regel klein te zijn, bij de druksignalen daarentegen vrij groot. Omdat kleine verstoringen in de ontsluitingscurve grote invloed



Figuur 5.5. De gefilterde ontsluitingscurve.

Op de basislijn is het verschil met het niet-gefilterde signaal weergegeven.

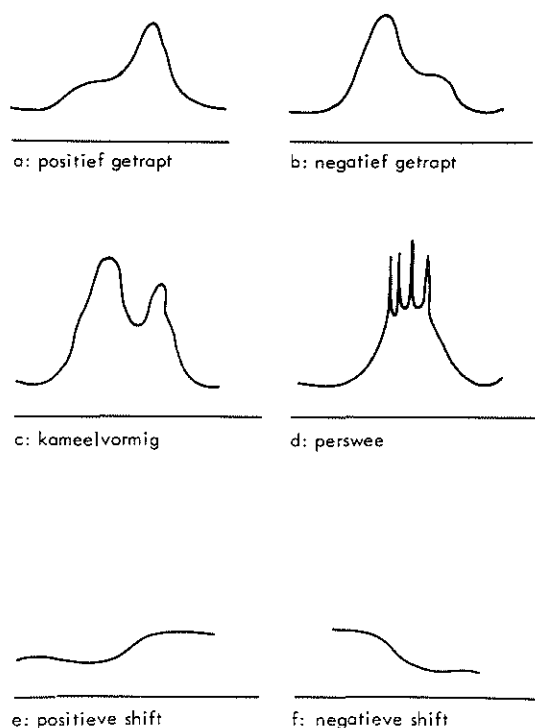


Figuur 5.6. De ongefilterde en de gefilterde drukcurve over elkaar heen geprojecteerd.
Op de basislijn is het verschil weergegeven.

hebben op bepaalde variabelen, vooral op de resultante en de delta-ontsluiting, werden de variabelen van de ontsluitingscurve berekend met behulp van het gefilterde signaal (figuur 5.5). De drukvariabelen zijn daarentegen berekend aan de hand van het ruwe signaal, omdat door het filteren te grote afwijkingen, vooral in de waarde van het maximum, kunnen ontstaan (figuur 5.6.). Dit is empirisch bepaald.

5.3.2. Patroonherkenning.

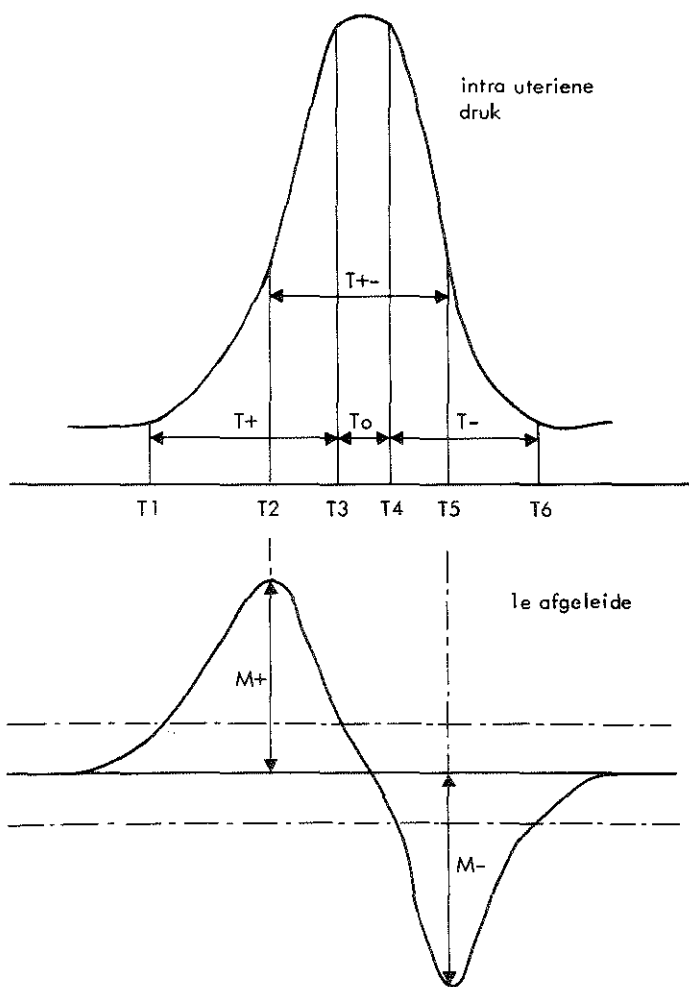
Alleen betrouwbare contracties en ontsluitingsreacties komen voor kwantitatieve verwerking in aanmerking. Daarom dient patroonherkenning en patroonklassificatie plaats te vinden. Bovendien zijn betrouwbaarheidseisen nodig. Contractiepatronen met afwijkende vorm zijn weergegeven in figuur 5.7.



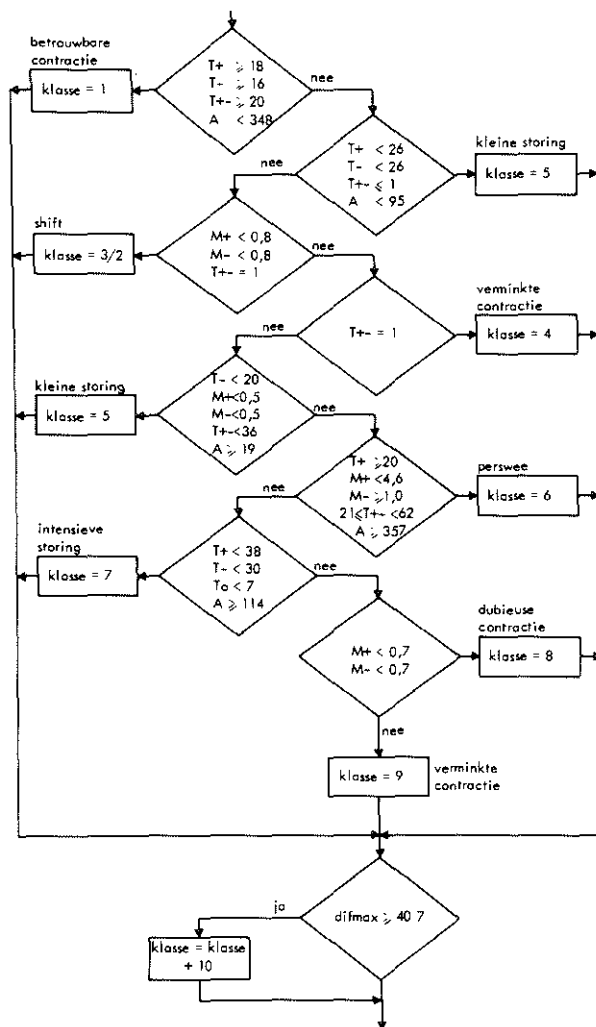
Figuur 5.7. Contractiepatronen met afwijkende vorm.

Door de eerste afgeleide en de drempelwaarde L worden de flanken in het te detecteren signaal aangegeven. In het algemeen wordt een contractie of een ontsluitingsreactie gekenmerkt door een opgaande en een neergaande flank. De neergaande flank volgt binnen 2 à 3 minuten op de opgaande flank. Bij de drukpatronen die in figuur 5.7. zijn weergegeven is dit niet het geval. De eerste drie patronen worden gekenmerkt door de aanwezigheid van 3 of meer flanken. "Shifts" bestaan uit één of meer flanken van gelijke soort, positief dan wel negatief.

Voor de herkenning van de verschillende patronen van uteruscontracties werd de computer geprogrammeerd met twee zoektijden, $ZT1$ en $ZT2$; $ZT1 = 55$ sec, $ZT2 = 30$ sec (Kurver,



Figuur 5.8. Detectiemethode van Kurver (1974) voor bepaling van de variabelen van het intra-uteriene druksignaal.
 T+: duur van de opgaande flank (sec); T-: duur van de neergaande flank (sec); To: duur van het maximum van de druk (sec); M+: maximum van de eerste afgeleide ($\text{mmHg} \cdot \text{sec}^{-1}$); M-: minimum van de eerste afgeleide ($\text{mmHg} \cdot \text{sec}^{-1}$); T+ -: tijd tussen de extrema (sec).



Figuur 5.9. Klassificatiemodel van Kurver (1974) voor het intra-uteriene druksignaal.

A: het verschil tussen het gefilterde en het ongefilterde signaal (mmHg); difmax: het maximaal optredende verschil (mmHg).

Voor het ontsluitingssignaal dienen de grenswaarden A, M+, M- en difmax met een factor 0.007/0.2 (LO/LD) te worden vermenigvuldigd.

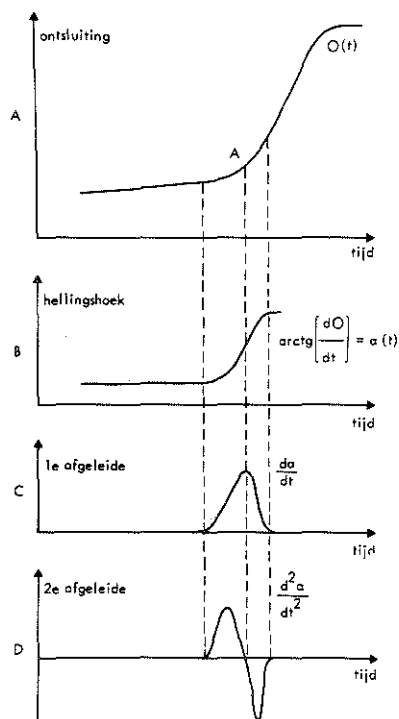
1974). ZT1 is de tijd gedurende welke wordt gezocht naar een nieuwe flank, gerekend vanaf tijdstip T3 (figuur 5.4.). Wordt binnen ZT1 na T3 geen nieuwe flank gevonden, dan is er sprake van een positieve shift. Wordt er een positieve flank gevonden, dan is er een positieve getrapte contractie. Als binnen ZT1 een negatieve flank wordt gevonden wordt gedurende ZT2 gezocht naar een nieuwe negatieve flank, gerekend vanaf T6. Wordt er in deze tijd geen nieuwe flank gedetecteerd, dan wordt aangenomen dat het einde van de contractie is gevonden. Treedt er wel een neergaande flank op, dan is er sprake van een negatief getrapte contractie.

Op empirische gronden werden als zoektijden van het ontsluitingssignaal vastgesteld: ZT1 = 80 sec, ZT2 = 30 sec. De ZT1 voor het ontsluitingssignaal is langer dan die voor het druksignaal omdat het signaal trager is.

In figuur 5.8. en 5.9. is het volledige klassificatiemodel zoals opgesteld door Kurver (1974) voor de intra-uteriene druk weergegeven. Voor het ontsluitingssignaal werd hetzelfde klassificatiemodel gebruikt. De aangegeven grenswaarden A, M+ en M-, alsmede Difmax dienen dan met een factor 0.007/0.2 (dit is drempelwaarde {L} ontsluiting/drempelwaarde {L} druk) te worden vermenigvuldigd.

5.3.3. Detectie van het acceleratiepunt van het ontsluitingsbeloop.

Uit onderzoekingen van Friedman en Sachtleben (1954, 1955, 1962, 1965, 1967, 1971) komt het sigmoidvormige verloop van de ontsluitingscurve naar voren (figuur 2.2.). Een "latente" fase wordt gevolgd door een "actieve" fase, waarin de acceleratiefase centraal staat. Deze acceleratiefase wordt gekarakteriseerd door het *acceleratiepunt*, het tijdstip waarop een zodanige verandering in de cervix optreedt, of is opgetreden, dat vanaf dat moment de ontsluiting aanzienlijk sneller verloopt.



Figuur 5.10. Detectiemethode voor bepaling van het acceleratiepunt.

Voor de detectie van het acceleratiepunt werd uitgegaan van de 6e graads polynoom van het aangeboden ontsluitings-signaal omdat deze 6e graads polynoom een gladde afspiegeling blijkt te zijn van het ontsluitingssignaal.

Het acceleratiepunt wordt gekenmerkt door het buigpunt in de functie die het verloop van de hellingshoek van de 6e graads polynoom aangeeft (figuur 5.10.A). Het verloop van de hellingshoek wordt bepaald door de arctangens van de eerste afgeleide van de 6e graads polynoom omdat hierdoor de meest betrouwbare informatie wordt verkregen (figuur 5.10.B). Het buigpunt in de functie van de hellingshoek wordt aangegeven door de top van de eerste afgeleide (figuur 5.10.C) en dus door de nuldoorgang van de tweede afgeleide (figuur 5.10.D).

Om computer technische redenen werd gekozen voor de nul-doorgang. Het acceleratiepunt kan dus worden gedetecteerd door te zoeken naar het moment waarop de tweede afgeleide van de arctangens nul is.

5.4. Correlatie tussen de te onderzoeken variabelen (Programma COR2).

De computer maakt het via de bijbehorende randapparatuur mogelijk om 2 variabelen van druk en ontsluiting tegen elkaar uit te zetten en een regressielijn te berekenen (figuur 5.11.).

Bij het opstellen van het computer programma diende er rekening mee te worden gehouden dat zich in de signalen storingen van allerlei aard kunnen voordoen, die van invloed kunnen zijn op de resultaten. Ook kunnen zich situaties voordoen dat een bepaald patroon in het ontsluitingssignaal als onbetrouwbaar wordt gedetecteerd, terwijl het druksignaal als betrouwbaar wordt aangegeven. Wij zijn ervan uitgegaan dat iedere ontsluitingsreactie een gevolg moet zijn van een contractie (Siener, 1956, 1961, 1972; Friedman, 1956, 1963, 1967; Noack en Blaschkowski, 1958; Embrey en Siener, 1965). In een -gering-aantal gevallen kwam dit in de registratie niet tot uiting; het signaal werd dan als onbetrouwbaar beschouwd en de gegevens werden niet in de berekening betrokken. Voor het uitvoeren van de correlatie berekeningen nam de computer daarom de volgende empirisch vastgestelde en geprogrammeerde richtlijnen in acht.

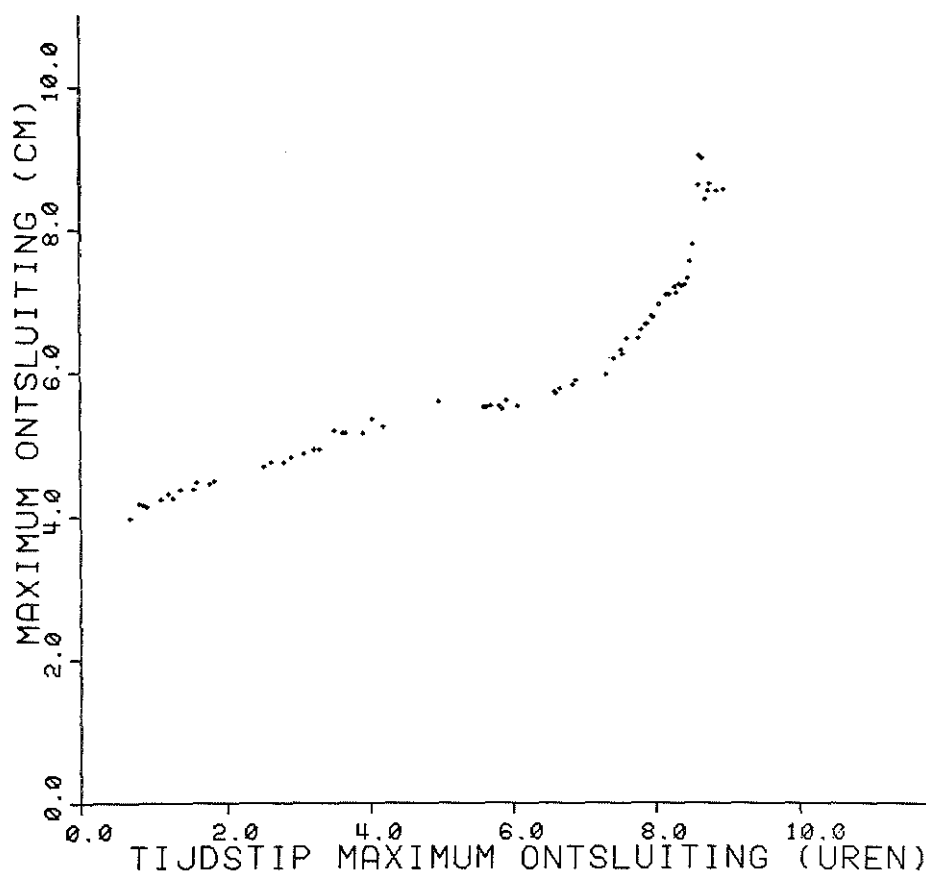
- a slechts in klasse 1 geklassificeerde intra-uteriene druksignalen werden in het onderzoek betrokken;
- b van het ontsluitingssignaal werden behalve de betrouwbare ook de dubieuze ontsluitingsreacties (klasse 1 + 8) meegenomen voor de berekening. Dat ook de dubieuze ontsluitingsreacties voor berekening in aanmerking kwamen hangt samen met het feit dat

PATIENT-NUMMER : M01

MAXIMUM ONTSLUITING (CM)

VERSUS

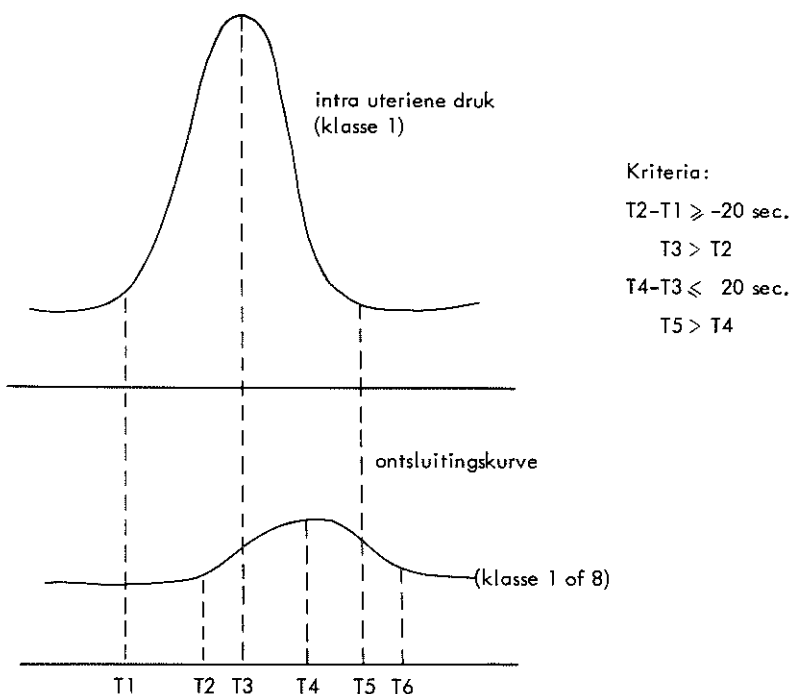
TIJDSTIP MAXIMUM ONTSLUITING (UREN)



Figuur 5.11. Weergave, door de computer, van het ontsluitingsbeloop van zwangere M1.

vooral in het begin van de ontsluitingsperiode veel signalen ten gevolge van de dan nog geringe delta-dilatatie als "dubieus" worden geklassificeerd. Het zou mogelijk zijn om deze door de computer toch als klasse 1 te laten klassificeren, maar dan zou de drempel zodanig moeten worden verlaagd dat te veel artefacten zouden worden meegenomen;

c alleen "paren" van ontsluitings- en drukcurven werden in de berekening betrokken. Het onderzoek beperkt zich dus tot die druk- en ontsluitingscurven waarvoor geldt dat de ontsluitingscurve een reactie is op de uteruscontractie. Om hieraan te kunnen voldoen werden de volgende empirische criteria opgesteld (figuur 5.12):

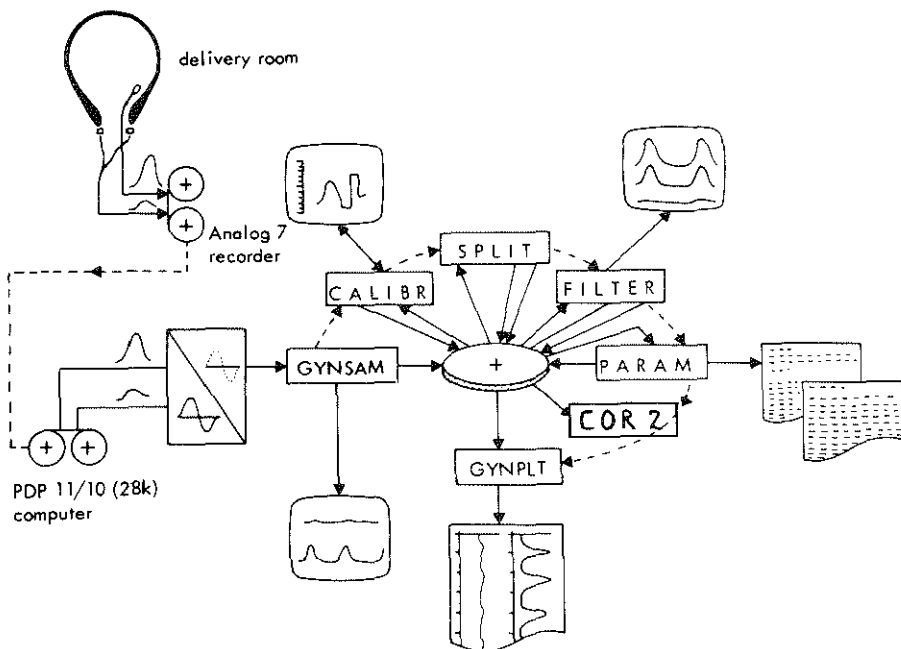


Figuur 5.12. Criteria voor de "paarvorming" van druk- en ontsluitingssignaal.

- het begin van een ontsluitingscurve mag niet meer dan 20 seconden voorafgaan aan het begin van de contractie ($T_2 - T_1 \geq - 20 \text{ sec}$);
- het maximum van de contractie moet later vallen dan het begin van de ontsluitingscurve ($T_3 > T_2$);
- het maximum van de ontsluitingscurve moet binnen 20 seconden na het maximum van de contractie volgen ($T_4 - T_3 \leq 20$);
- het einde van de contractie dient later op te treden dan het maximum van de ontsluitingscurve ($T_5 > T_4$).

5.5. Samenvatting.

Figuur 5.13. geeft schematisch de gehele procedure weer. De ontsluitings- en druksignalen werden op de Analog 7 geregistreerd en in de computer PDP 11/10 ingevoerd.



Figuur 5.13. Schema van de computerverwerking van druk- en ontsluitingssignalen.

Met behulp van het programma GYNSAM worden de signalen bemonsterd. De data worden in één file op de schijf opgeslagen, waarna het programma ter controle de data weergeeft op een oscilloscoop. Hierna worden met het programma CALIBR de factoren berekend voor het omrekenen van de monsters in gec calibreerde waarden in mmHg en cm voor, respectievelijk, het druk- en het ontsluitingssignaal. Vervolgens worden de data van de druk en die van de ontsluiting gesplitst in twee aparte files (programma SPLIT).

Tevens rekent het programma SPLIT alle monsters om naar gec calibreerde waarden.

Door het programma FILTER worden de signalen gefilterd en wordt detectie en herkenning van patronen uitgevoerd. Ook hier bestaat de mogelijkheid om tijdens de detectie de niet- gefilterde en de gefilterde curven en het verschil daartussen op het beeldscherm weer te geven.

Na het programma FILTER berekent het programma PARAM de gewenste parameters, die vervolgens worden opgeslagen in twee aparte files, die later weer door het correlatieprogramma COR2 kunnen worden gelezen.

Tot slot van de procedure wordt met behulp van het programma GYNPLOT een volledig uitgeschreven signaal getekend. Dit signaal komt overeen met de door de recorder geschreven ontsluitings- en druksignalen; de begin- en eindpunten van alle gedetecteerde patronen zijn hierin aangegeven.

HOOFDSTUK 6.

RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK.

Het onderzoek werd uitgevoerd in de afdeling Obstetrie van het Academisch Ziekenhuis Rotterdam-Dijkzigt. Bij het onderzoek waren aanvankelijk 67 zwangeren betrokken, geselecteerd volgens de in hoofdstuk 4.1. besproken criteria. In 5 gevallen bleek de registratieapparatuur niet optimaal te hebben gefunctioneerd; deze registraties kwamen daardoor niet in aanmerking voor computerverwerking. In tabel 6.1. is de verdeling van de overblijvende 62 zwangeren over de vier groepen (zie hoofdstuk 4.1.) weergegeven. In de overzichtstabellen A tot en met D die achterin zijn opgenomen (blz. 107 t.m. blz. 110), zijn van elke onderzochte zwangere vermeld de leeftijd, de pariteit, bijzonderheden in eventuele vroegere zwangerschappen en in de huidige graviditeit, de duur van de amenorrhoe, de cervixscore, de geboortegewichten en de D.B.P. (distantia biparietalis) van de neonatus. In de volgende paragrafen zullen deze gegevens samenvattend worden besproken.

Tabel 6.1. Samenstelling van de onderzochte groep zwangeren.

groep	baring		totaal
	spontaan	ingeleid	
multiparae	11	16	27
nulliparae	9	26	35
totaal	20	42	62

Statistische verantwoording.

Bij de statistische bewerking van de resultaten werden verschillende toetsen toegepast, met name de toets van

Fisher, de t-toets van Student, de rangtekentoets en de toets van Wilcoxon. Voor de berekening hiervan werd uitgegaan van de Jonge (1963). De gebruikte toetsen worden in de tekst vermeld. Van significantie wordt gesproken wanneer $P < 0.05$.

Van correlatie wordt gesproken indien de correlatiecoëfficiënt $r \geq 0.64$ (de Jonge, 1963).

In de tabellen en de tekst zullen de statistische resultaten worden weergegeven met behulp van de volgende symbolen: \bar{x} = rekenkundig gemiddelde; s = standaardafwijking; n = aantal elementen in de steekproef; $s.e.m.$ = standaardfout van het gemiddelde ($\frac{s}{\sqrt{n}}$); r of R = correlatiecoëfficiënt.

6.1. De onderzochte zwangeren.

Leeftijdsverdeling.

De leeftijdsverdeling in de verschillende groepen zwangeren is weergegeven in tabel 6.2. De leeftijden in de twee groepen multiparae (MP en MS), respectievelijk in de beide groepen nulliparae (NP en NS) verschillen zo goed als niet. De multiparae zijn gemiddeld enkele jaren ouder dan de nulliparae.

Tabel 6.2. Leeftijdsverdeling in de verschillende groepen zwangeren.

groep	n	leeftijd in jaren		
		\bar{x}	s.e.m.	range
MP	16	29.3	1.3	19-40
NP	26	23.9	0.8	17-33
MS	11	29.3	1.5	23-37
NS	9	26.4	1.8	17-33

Obstetrische voorgeschiedenis.

In de kolom van de obstetrische voorgeschiedenis zijn in de overzichtstabellen A tot en met D gebeurtenissen aangegeven die van invloed zouden kunnen zijn op de structuur van de cervix of in verband zouden kunnen staan met reeds aanwezige afwijkingen in de structuur of de functie van de cervix. Een "laederende" invloed van een abortuscurettage, zeker wanneer die plaatsvindt in het kader van een zwangerschapsonderbreking, is niet uitgesloten. Bij patiënte Q1 is een erwtgroot cervicaal myoom vaginaal verwijderd. In verband met een carcinoma in situ van de cervix werd bij patiënte Q2 een schilletje van het oppervlak verwijderd. Patiënte U2 beviel in de vorige zwangerschap bij een zwangerschapsduur van 6 maanden van een tweeling.

Huidige graviditeit.

Bij 49 van de 62 onderzochte zwangeren verliep de zwangerschap volledig ongestoord. Bij de 13 overige zwangeren traden wel afwijkingen op (zie overzichtstabellen A tot en met D). Deze afwijkingen waren echter zodanig dat de patiënten bleven voldoen aan de door ons gestelde selectiekriteria.

Cervixscore.

Bij de onderzochte zwangeren bevinden zich 5 patiënten met een onrijpe cervix (score <6). Zij zijn toch in het onderzoek betrokken om eventuele verschillen met de groep zwangeren met een rijpe cervix te kunnen aangeven.

In de MP groep bevinden zich 3 zwangeren (E3, N1 en Q2) met een cervixscore van respectievelijk 4, 4 en 5. Patiënte E3 werd ingeleid in verband met psychosociale problematiek. De zwangeren N1 en Q2 werden ingeleid in verband met een progressieve toxicose.

In de NP groep werd zwangere C3 met een cervixscore van 5 ingeleid op psychosociale indicatie.

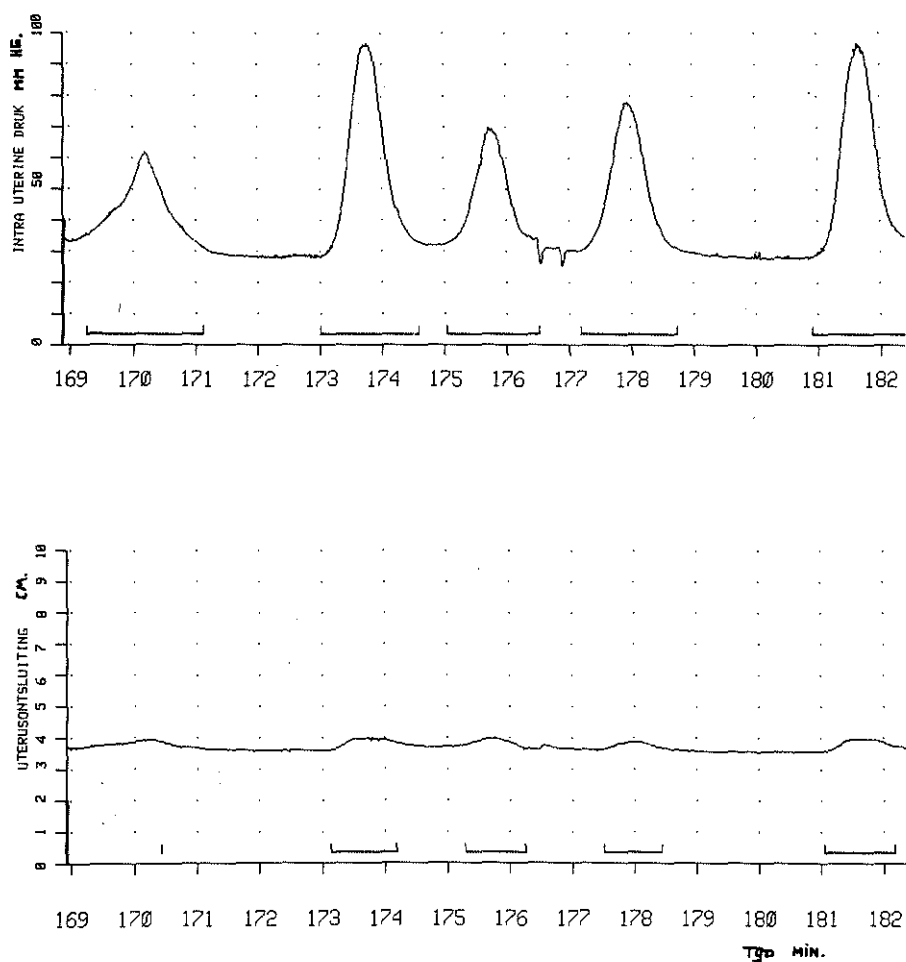
In de NS groep neemt zwangere I2 een bijzondere plaats in. Ondanks het feit dat deze zwangere bij een amenorrhoe van 40 weken reeds 24 uur regelmatige contractie-activiteit had, had zij toch slechts een cervixscore van 3. Gezien de bestaande toxicose en de regelmatige uteruscontracties werd amniotomie verricht om een betere foetale bewaking mogelijk te maken. De cervix was volledig verstreken maar voelde zeer stug aan en was sacraalwaarts gericht. De ontsluiting bedroeg slechts 1.5 cm. De transducers van de ontsluitingsmeter werden daarom op 1 cm van de rand van de ontsluitingsopening geplaatst. Hoewel de cervix vanaf het begin van de registratie reageerde op de uteruscontracties nam de ontsluiting niet toe. In figuur 6.1. wordt de registratie gedurende 10 minuten -3 uur na aanvang van de registratie- weergegeven. De werkelijke ontsluiting bedraagt 2 cm. Na 4 uur werd bij deze patiënte een sectio caesarea verricht in verband met het niet vorderen van de ontsluiting.

Geboortegewicht en distantia biparietalis (D.B.P.) van de neonatus.

In tabel 6.3. zijn de gemiddelde gewichten en de gemiddelde D.B.P.'s per groep weergegeven. Wij konden geen significante verschillen aantonen tussen de groepen onderling (Student t-toets).

Tabel 6.3. Geboortegewicht en distantia biparietalis (D.B.P.) van de neonatus.

groep	n	gewicht (gram)			D.B.P. (cm)		
		\bar{x}	s.e.m.	range	\bar{x}	s.e.m.	range
MP	16	3407	117	2430-4215	9.4	0.1	8.0-10.2
NP	26	3255	81	2590-4130	8.7	0.4	8.0-10.0
MS	11	3437	133	2530-3935	9.5	0.1	8.7-10.1
NS	9	3206	124	2500-3750	9.3	0.1	9.2-9.6



Figuur 6.1. Zwangere I2; drie uur na het begin van de registratie.
 Van de geregistreeerde ontsluiting dient 2 cm te worden
 afgetrokken aangezien de transducers zich op 1 cm van
 de ontsluitingsopening bevonden.

6.2. De registraties.

In tabel 6.4. zijn een aantal gegevens betreffende de registraties samengevat. De ontsluitingen, die bij het begin van de registratie buiten een contractie werden gemeten vertonen een vrij grote spreiding, vooral bij vrouwen die spontaan in partu waren gekomen (MS en NS). Dit wordt verklaard door het feit dat pas met registratie kon worden begonnen na opname, wanneer de barend al enige tijd in de ontsluitingsperiode was. Het begin van de ontsluitingsperiode is theoretisch het moment dat de cervix zich begint te openen en het proces van de baring begint. Dit moment kan zo goed als nooit ondubbelzinnig worden vastgesteld.

Friedman (1967) mat de ontsluiting bij zwangeren direct na het ontstaan van regelmatige weeënactiviteit, dus vroeg in of soms wellicht nog vóór de ontsluitingsperiode. Zijn getallen -nulliparae gemiddelde ontsluiting 1.5 cm en multiparae gemiddelde ontsluiting 1.9 cm- liggen daarom duidelijk lager dan de onze, verkregen bij het begin van de registratie. Als wij de ontsluitingsperiode rekenen vanaf het begin van de registratie tot het moment dat de uitdrijving begint, blijkt dat over alle groepen berekend gemiddeld 89 % van de ontsluitingsperiode werd geregistreerd. De tijd tussen het begin van de registratie en het begin van de uitdrijvingsperiode is duidelijk korter dan in de literatuur wordt vermeld als duur van de ontsluitingsperiode. Zo berekent Friedman (1967), uitgaande van het moment dat regelmatige uteruscontracties optreden, een ontsluitingsduur voor MP van 5.1 uur, voor NP van 6.7 uur, voor MS van 7.5 uur en voor NS van 13.5 uur. Dit verschil illustreert nogmaals dat onze registraties beginnen terwijl de barend al aan het ontsluiten is. Uit ons onderzoek kunnen dus geen conclusies worden getrokken voor wat betreft de totale duur van de ontsluitingsperiode.

Tabel 6.4. De ontsluiting bij het begin van de registratie en de duur van de registraties in de onderzochte groepen.

groep	n	ontsluiting begin registratie ⁽¹⁾ (cm)			duur registratie (uren)			tijd tussen begin re- gistratie en begin uit- drijvingsperiode (uren)			geregistreerde deel van de ontsluitingsperiode vanaf het begin van de registratie %
		\bar{x}	s.e.m.	range	\bar{x}	s.e.m.	range	\bar{x}	s.e.m.	range	
MP	16	2.7	0.2	2.0-4.2	4.2	0.6	1.5-9.2	4.4	0.6	1.7-9.2	96
NP	26	3.3	0.1	2.0-4.4	5.1	0.4	1.5-9.0	5.7	0.5	2.2-11.5	89
MS	11	4.0	0.3	2.5-6.5	1.2	0.2	0.2-2.3	1.3	0.3	0.2-3.0	91
NS	9	3.4	0.5	1.0-6.2	2.8 ⁽²⁾	0.7	0.2-7.0	3.3 ⁽²⁾	0.8	0.2-3.0	81

(1) buiten een contractie

(2) uitgezonderd zwangere I2

Tabel 6.5. Aantal geregistreerde uteruscontracties en ontsluitingsreacties.

groep	n	contracties			ontsluitingsreacties				
		totaal aantal	geklasseerd als (1)	percentage	totaal aantal	geklasseerd als (1)	(8)	(1 of 8)	percentage
MP	16	1743	1486	85	1465	659	147	806	55
NP	26	3048	2565	84	2698	1588	325	1913	71
MS	11	352	280	80	347	259	24	283	82
NS	9	564	469	83	534	320	57	377	71

Aantal geregistreeerde contracties en ontsluitingsreacties.
In tabel 6.5. zijn per groep de totale aantallen geregistreeerde contracties en ontsluitingsreacties weergegeven. De berekeningen die in de rest van dit hoofdstuk zullen volgen zijn gebaseerd op 4800 als (1) geklassificeerde uteruscontracties en op 3379 als (1) of (8) geklassificeerde ontsluitingsreacties (zie hoofdstuk 5.4).

Maximaal geregistreeerde ontsluiting en D.B.P. van de neonatus.

In tabel 6.6. zijn de aan het einde van de registratie gemeten maximale ontsluitingen en de D.B.P.'s van de pasgeborenen per groep onderzochte barenden samengevat. Alleen registraties die tot tenminste 10 minuten voor het begin van de uitdrijvingsperiode duurden zijn gebruikt. Er blijkt geen significant verschil te bestaan tussen de maximale ontsluiting en de D.B.P. in de gepaarde waarnemingen binnen de onderzochte groepen (rangtekentoets).

Tabel 6.6. De maximale ontsluiting aan het einde van de registratie in vergelijking met de D.B.P. van de neonatus ⁽¹⁾

groep	n	maximale ontsluiting (cm)		D.B.P. van de neonatus (cm)	
		\bar{x}	range	\bar{x}	range
MP	11	9.0	6.8-10.5	9.3	8.0-10.2
NP	14	8.7	6.7-10.0	9.0	8.3-10.0
MS	10	9.5	8.2-10.6	9.4	8.7-9.7
NS	5	8.9	8.1- 9.8	9.3	9.2-9.5

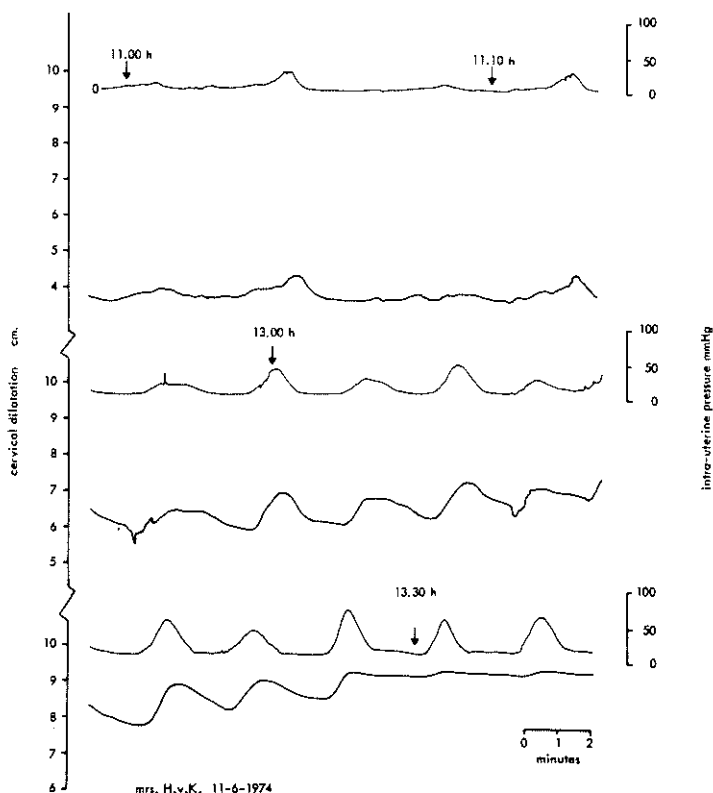
(1) alleen registraties die hebben geduurd tot tenminste 10 minuten voor het begin van de uitdrijvingsperiode zijn gebruikt.

6.3. Het reaktiepunt van de cervix.

Het reaktiepunt van de cervix wordt gedefinieerd als de ontsluiting waarbij de cervix met als (1) en (8) geklassificeerde ontsluitingsreacties gaat reageren op drukveran-

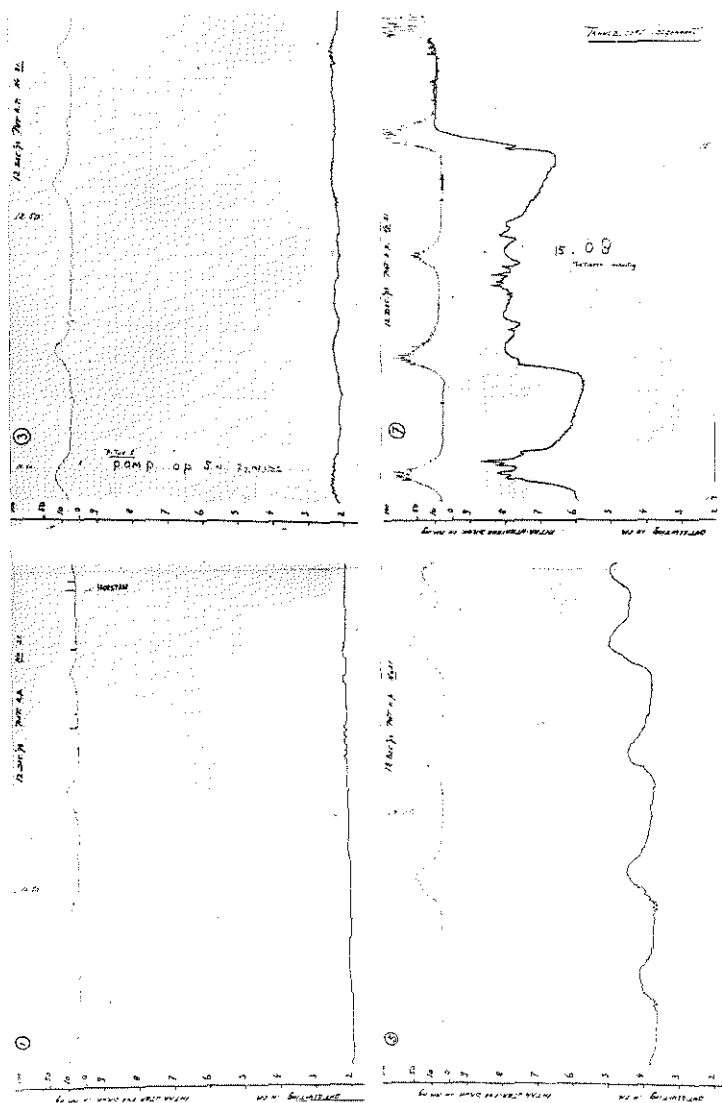
deringen in de uterus tengevolge van als (1) geklassificeerde uteruscontracties.

Bij een aantal zwangeren reageerde de cervix vanaf het begin van de registratie (figuur 6.2.). Bij andere zwangeren reageerde de cervix pas na enige uren (figuur 6.3.). In de groepen barenden die spontaan in partu werden opgenomen (MS en NS) bleek de cervix altijd vanaf het begin van de registratie te reageren, zodat het bestaan van een bepaald reaktiepunt niet kon worden vastgesteld. Met uitzondering van zwangere I2 en zwangere D1 hadden alle zwangeren in deze groepen een cervixscore van 7 of 8.



Figuur 6.2. Gravida I, para 0, 40 weken amenorrhoe, cervixscore 7, electieve inductie met oxytocine.

Reeds bij het begin van de registratie -3.5 cm ontsluiting- reageert de cervix op de uteruscontracties.



Figuur 6.3. Gravida III, para I, 40 weken amenorrhoe, cervixscore 7, electieve inductie met oxytocine. Aanvankelijk is er geen reactie van de cervix op uteruscontracties (1). Na ongeveer 2 uur begint de cervix te reageren (3). Na 4 uur ontstaat een duidelijke (5) en toenemende (7) ontsluitingsreactie. Het onregelmatig signaal in (7) wordt veroorzaakt door de onrust van patiënte. De cervix reageert niet op toename van de druk.

Bij zwangeren, bij wie de baring door middel van oxytocine werd ingeleid bleek het in de meeste gevallen wel mogelijk te zijn om het reaktiepunt van de cervix aan te geven. In tabel 6.7. worden de gemiddelde reaktiepunten weergegeven.

Tabel 6.7. Het reaktiepunt van de cervix.

groep	n	ontsluiting (cm)		
		\bar{x}	s.e.m.	range
MP	15	2.9	0.1	1.9-4.2
NP				
- A	13	3.5	0.2	2.5-4.4
- B	13	3.6	0.2	2.6-5.1.

A reageerde reeds vanaf het begin van de registratie

B begon te reageren tijdens de registratie.

In de groep MP reageerde één zwangere (G3) vanaf het begin van de registratie (ontsluiting 4 cm), de overige zwangeren begonnen enige tijd na het aanbrengen van de registratie. Bij 13 zwangeren uit de NP groep (A) reageerde de cervix vanaf het begin van de registratie. Deze zwangeren hadden allen een cervixscore van 7 of 8. Elf van deze 13 zwangeren hadden voorafgaande aan de registratie gedurende 10 of meer uren irregulaire uteruscontracties gehad. Bij de overige 13 zwangeren uit de NP groep (B) reageerde de cervix pas na enige tijd. Deze zwangeren hadden met uitzondering van zwangere C3, allen een cervixscore van 6 tot en met 8. Slechts 2 zwangeren (C3 en M1) vertoonden enige uterusactiviteit voorafgaande aan de registratie. Er is een significant verschil tussen de reaktiepunten van de MP en die van de NP groep (Student t-toets). Er is geen significant verschil tussen de reaktiepunten van de zwangeren A en B in de NP groep (Student t-toets).

Bespreking.

Uit deze resultaten komt naar voren dat de cervix van de ingeleide multipara bij een geringere ontsluiting (gemiddeld 2.9 cm) dan die van de ingeleide nullipara (gemiddeld 3.6 cm) gaat reageren met toeneming van de ontsluiting tijdens een uteruscontractie. Dit is onafhankelijk van de rijpheid van de cervix, aangezien de cervixscore bij alle zwangeren op 5 na groter is dan 6. Ook een onrijpe cervix kan vroegtijdig gaan reageren (bijvoorbeeld bij de zwangeren E3, N1 en Q2 uit de MP groep).

De bevinding dat alle multiparae die spontaan in partu komen bij het begin van de registratie al reageren is niet verwonderlijk, omdat de ontsluiting bij het begin van de registratie in deze groep reeds gemiddeld 4.0 cm bedraagt (tabel 6.4.). De ontsluiting bij het begin van de registratie in de groep spontaan in partu gekomen nulliparae bedraagt gemiddeld 3.4 cm; al deze nulliparae vertonen bij die ontsluiting reeds een uteriene ontsluitingsreactie. In ons materiaal kan niet worden vastgesteld of het reactiepunt bij deze nulliparae reeds bij een geringere ontsluiting wordt bereikt dan bij de ingeleide nulliparae, of dat het reactiepunt in deze beide groepen bij dezelfde ontsluiting valt. De meeste zwangeren uit groep NP die gedurende langere tijd weeënactiviteit hebben (A) vertonen bij gemiddeld 3.5 cm ontsluiting reeds ontsluitingsreacties. De zwangeren bij wie dit niet het geval is reageren daarentegen pas na enige tijd, maar ook bij een gemiddelde ontsluiting van 3.6 cm. Dit suggereert dat het gaan reageren van de cervix een gevolg is van een effect van de weeënactiviteit op de cervix. Mogelijk wordt de cervix tengevolge van de uteruscontracties soepeler. Onze resultaten zijn niet in overeenstemming met die van Langreder (1959). Deze auteur maakt een onderscheid in twee ontsluitingstypen.

a. Het cervicale ontsluitingstype, dat voornamelijk zou voorkomen bij nulliparae en wordt gekenmerkt door het feit dat de ontsluiting geen verandering zou vertonen tijdens de uteruscontracties. In de loop van de ontsluitingsperiode zou een geleidelijke lineaire toeneming van de ontsluiting plaatsvinden.

b. Het uteriene ontsluitingstype, dat voornamelijk zou voorkomen bij multiparae en wordt gekenmerkt door het toenemen van de ontsluiting tijdens een contractie. Uit onze resultaten blijkt dat beide ontsluitingstypen zowel bij nulliparae als bij multiparae voorkomen. Het reaktiepunt geeft die ontsluiting aan waarbij het cervicale ontsluitingstype overgaat in het uteriene ontsluitingstype.

Siener (1963) concludeert uit zijn ontsluitingsmetingen dat er een kwalitatieve relatie bestaat tussen elke uteruscontractie en de reactie van de ontsluiting. Iedere contractie die een bepaalde minimum kracht uitoefent veroorzaakt volgens deze onderzoeker een toeneming van de ontsluiting, die weer geheel of gedeeltelijk verdwijnt wanneer de contractie afneemt. Uit onze resultaten blijkt dat dit slechts na het reaktiepunt het geval is. Vóór het reaktiepunt is bereikt zijn zelfs vrij sterke contracties niet in staat de cervix te laten reageren (zie figuur 6.3.).

6.4. De contractie-energie tijdens de ontsluitingsperiode.

Voor het kwantificeren van de door de uterus tijdens het geregistreerde deel van de ontsluitingsperiode geproduceerde energie werd gebruik gemaakt van het oppervlak onder de drukcurve, gerekend vanaf het begin tot het einde van de contractie, de zg. *active pressure area* (A.P.A.; hoofdstuk 5.1). Door te berekenen of er een positieve of een negatieve correlatie bestond tussen de A.P.A. en de tijd werd nagegaan of de A.P.A. in de tijd toenam of

afnam. De resultaten zijn weergegeven in tabel 6.8. In de groep van de MP kwamen slechts 15 zwangeren voor verwerking in aanmerking, aangezien bij zwangere X2 na een ontsluiting van 3.5 cm het druksignaal niet meer op de band voorkwam. In de groep van de NP konden 24 van de 26 zwangeren worden bewerkt. Eén zwangere (F3) uit de groep NS kon niet in de berekeningen worden betrokken, aangezien zij vanaf het begin van de registratie lag mee te persen.

Tabel 6.8. Correlatie tussen de "active pressure area" van de uterusdrukcurve en de tijd van de ontsluitingsperiode.

groep	n	correlatie	geen correlatie
		($r \geq 0.64$)	($r < 0.64$)
MP	15	3	12
NP	24	2	22
MS	11	1	10
NS	8	0	8

Bij de door ons geregistreerde zwangeren verandert de uterusaktiviteit tijdens de ontsluitingsperiode in de meeste gevallen niet duidelijk (figuur 6.4.). Er kan geen significant verschil worden aangetoond tussen de verschillende groepen (toets van Fisher).

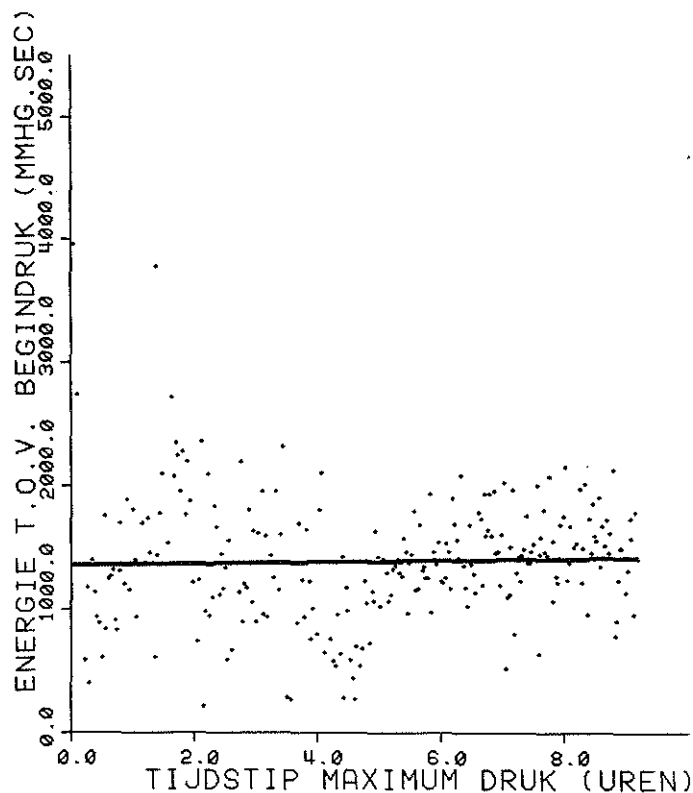
Bespreking.

Onze resultaten zijn niet in overeenstemming met die van Turnbull (1957), Eskes (1962) en Caldeyro-Barcia (1967), die wel een toeneming van de spontane uterusaktiviteit tijdens de ontsluitingsperiode hebben vastgesteld. Een verklaring voor dit verschil hebben wij niet kunnen vinden. Dat de uterusaktiviteit bij zwangeren bij wie de baring door middel van oxytocine wordt ingeleid in het verloop van de ontsluitingsperiode in het algemeen niet toeneemt

ENERGIE T.O.V. BEGINDRUK (MMHG.SEC)

VERSUS

TIJDSTIP MAXIMUM DRUK (UREN)



Figuur 6.4. Gravida III, para I, 39½ week amenorrhoe, cervixscore 5, electieve inductie met oxytocine.
 Er bestaat geen samenhang tussen de door de uterus geproduceerde energie en de tijd.
 Correlatiecoëfficiënt r : 0.035.

is niet verwonderlijk, aangezien de toediening van oxytocine plaatsvindt op geleide van de uterusactiviteit.

6.5. Het acceleratiepunt van de cervix.

De ontsluiting verloopt volgens een sigmoidcurve (figuur 2.2). Een latente fase wordt gevolgd door een actieve fase; de acceleratiefase is het eerste gedeelte van de actieve fase. In de acceleratiefase gaat de helling van de ontsluitingscurve steiler omhoog lopen. Door middel van de in hoofdstuk 5.3.3. beschreven methode werd in de acceleratiefase het acceleratiepunt gedetecteerd.

Uitgaande van dit acceleratiepunt werd de totale energie (cumulatieve A.P.A.) berekend, die door de uterus over één centimeter ontsluiting voorafgaande aan dit acceleratiepunt wordt geproduceerd (E1, in mmHg x sec). Tevens werd de totale energie (cumulatieve A.P.A.) berekend, die door de uterus over de eerste centimeter ontsluiting volgende op het acceleratiepunt wordt geproduceerd (E2, in mmHg x sec).

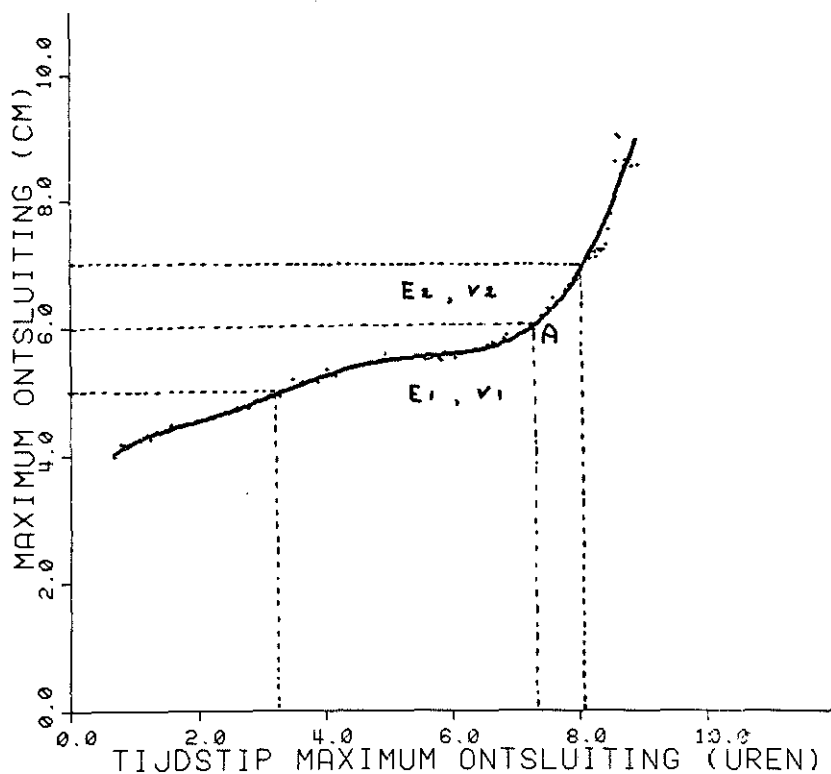
Over één centimeter ontsluiting voorafgaande aan het acceleratiepunt werd de helling van de ontsluitingscurve berekend (V1, in centimeters per uur). Deze helling geeft de snelheid van de ontsluiting aan. Eveneens werd de helling van de ontsluitingscurve berekend over de centimeter ontsluiting volgende op het acceleratiepunt (V2, in centimeters per uur). In figuur 6.5. zijn het acceleratiepunt, de E1 en E2 alsmede de V1 en V2 schematisch weergegeven. Het bleek niet in alle gevallen mogelijk te zijn om het acceleratiepunt betrouwbaar te detecteren. Bovendien was het niet altijd mogelijk de E1 en de E2, alsmede de V1 en de V2 te berekenen. Soms was namelijk de totale duur van de registratie te kort, in andere gevallen lag het acceleratiepunt zo dicht bij het begin van de registratie, dat het door het ontbreken van een latente fase niet kon worden gedetecteerd. Soms werd pas met de registratie

PATIENT-NUMMER : M01

MAXIMUM ONTSLUITING (CM)

VERSUS

TIJDSTIP MAXIMUM ONTSLUITING (UREN)



Figuur 6.5. De cumulatieve contractieenergie en de snelheid van de ontsluiting over één centimeter voor (E_1, V_1) en na (E_2, V_2) het acceleratiepunt (A) schematisch weergegeven.

begonnen wanneer het acceleratiepunt reeds was gepasseerd. Dit bleek in de gehele MS groep het geval te zijn.

6.5.1. Het acceleratiepunt in de onderzochte groepen.

In tabel 6.9. zijn de gemiddelde ontsluitingen behorende bij de acceleratiepunten van de ontsluitingscurven gebaseerd op het begin, het maximum en het einde van de ontsluitingsreactie weergegeven.

De gemiddelde ontsluiting behorende bij het acceleratiepunt van de MP groep bedraagt 3.5 cm. In de NP groep ligt het acceleratiepunt bij gemiddeld 4.9 cm en in de NS groep bij gemiddeld 4.7 cm. De acceleratiepunten van de MP en de NP, respectievelijk de MP en de NS verschillen significant van elkaar (Student t-toets), zowel voor het begin, het einde als het maximum van de ontsluitingsreactie. De gemiddelde ligging van de acceleratiepunten van de NP en de NS verschilt daarentegen niet significant (Student t-toets). In figuur 6.6. en 6.7. wordt een voorbeeld gegeven van de ligging van het acceleratiepunt bij, respectievelijk, een multipara en een nullipara.

Tabel 6.9. Het acceleratiepunt van de ontsluiting.

groep(1)	n	ligging van het acceleratiepunt (cm. ontsluiting)								
		begin ontsluitings- reactie			maximum ontsluitings- reactie			einde ontsluitings- reactie		
		\bar{x}	s.e.m.	range	\bar{x}	s.e.m.	range	\bar{x}	s.e.m.	range
MP	14	3.4	0.2	2.1-4.9	3.7	0.2	2.5-5.2	3.4	0.2	2.1-4.9
NP	20	4.8	0.2	2.4-6.8	5.0	0.2	2.8-6.5	4.8	0.2	2.4-6.0
NS	4	4.5	0.4	3.7-5.6	5.0	0.4	4.0-5.8	4.6	0.5	3.7-5.6

(1) In de gehele groep MS bleek het acceleratiepunt bij het begin van de registratie reeds te zijn gepasseerd.

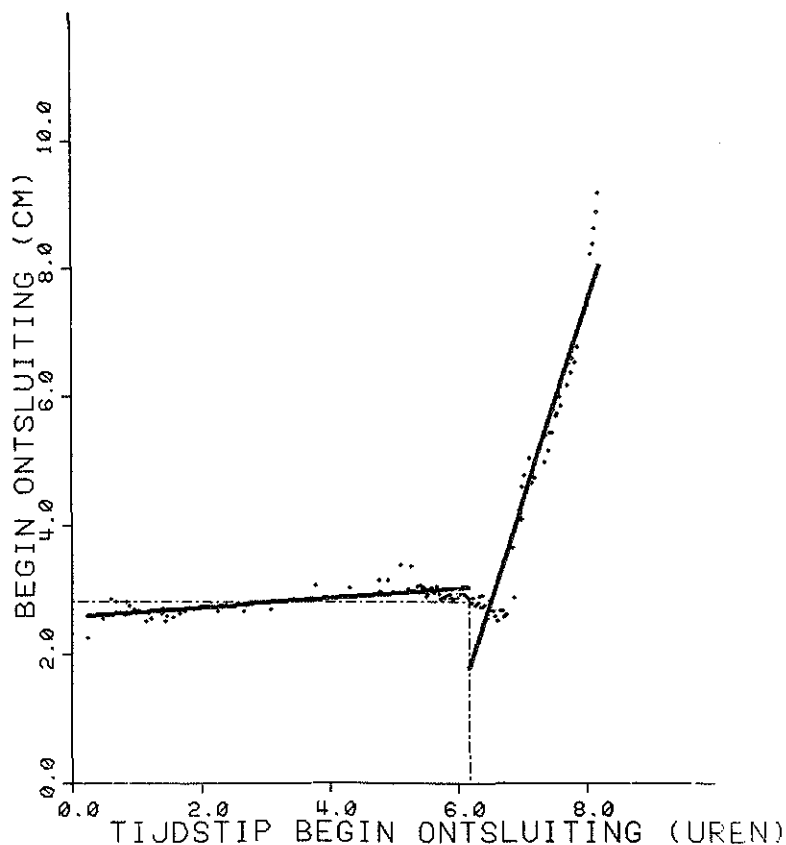
PATIENT-NUMMER : E03

BEGIN ONTSLUITING (CM)

VERSUS

TIJDSTIP BEGIN ONTSLUITING (UREN)

KNIPPUNTEN (UREN) (CM)	ENERGIE/CM (MMHG.SEC)	SNELHEID (CM/UUR)	COR.COEFF.
-X-----Y-	-E1-----E2-	-V1-----V2-	-C1-----C2-
6.18 2.82	286.5 28.8	0.07 3.05	0.745 0.306



Figuur 6.6. Gravida V, para II, 40 weken amenorrhoe, cervixscore 4, electieve inductie met oxytocine.
Het acceleratiepunt ligt bij 2.8 cm ontsluiting.
De regressielijnen hebben betrekking op alle punten voor en na het acceleratiepunt.

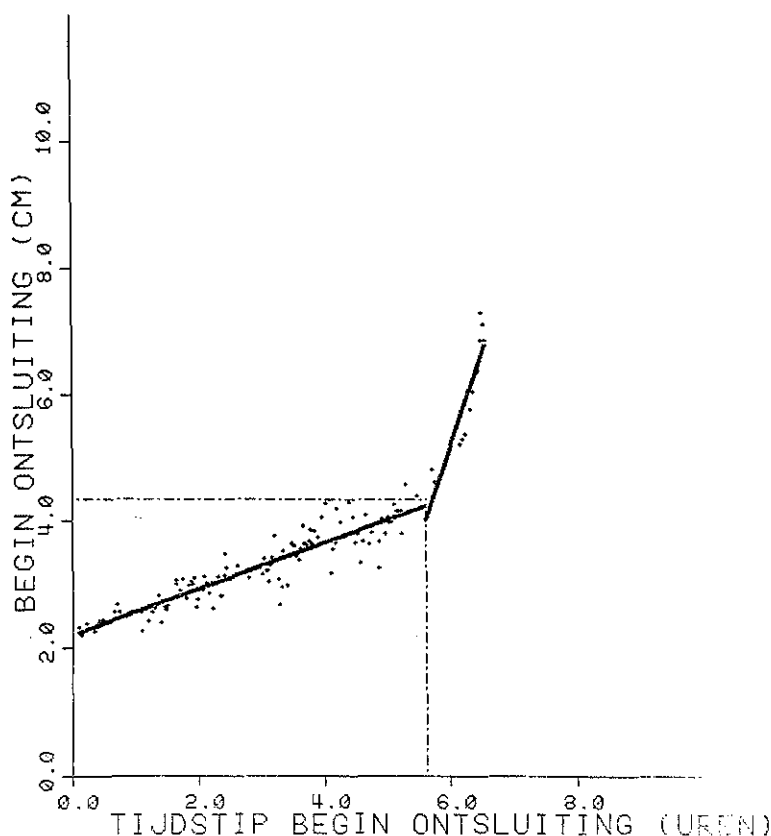
PATIENT-NUMMER: A01

BEGIN ONTSLUITING (CM)

VERSUS

TIJDSTIP BEGIN ONTSLUITING (UREN)

KNIPUNTEN (UREN) (CM)	ENERGIE/CM (MMHG, SEC)	SNELHEID (CM/UUR)	COR. COEFF.
-X-----Y-	-E1-----E2-	-V1-----V2-	-C1-----C2-
5.61 4.39	77.2 20.1	0.96 2.00	0.823 0.902



Figuur 6.7. Gravida I, para 0, 39 weken amenorrhoe, cervixscore 7, electieve inductie met oxytocine.
Het acceleratiepunt ligt bij 4.3 cm ontsluiting.
De regressielijnen hebben betrekking op alle punten voor en na het acceleratiepunt.

Bespreking.

Uit onze resultaten blijkt dat in de MP groep in vergelijking met de NP en de NS groep, bij een significant geringere ontsluiting een versnelling optreedt in het proces van de ontsluiting. Bij de nulliparae maakt het voor de ligging van het acceleratiepunt geen verschil of zij spontane of door middel van oxytocine opgewekte uteruscontracties hebben. In de literatuur worden weinig exacte waarden voor de ligging van het acceleratiepunt gevonden. Volgens Hendricks et al. (1970), Warm (1972), Philpott en Castle (1972), Studd et al. (1972, 1973, 1975), Duignan (1975) en Melmed en Evans (1976) begint, zowel bij nulliparae als bij multiparae de acceleratiefase tussen de 2 en 4 cm ontsluiting. Deze getallen zijn gebaseerd op partogrammen, gemaakt op grond van digitaal onderzoek. Friedman (1965) is nauwkeuriger in zijn mededelingen; volgens hem begint de acceleratiefase bij nulliparae bij 2.6 cm en bij multiparae bij 2.8 cm ontsluiting. Ook deze gegevens zijn verkregen door middel van digitale meting van de ontsluitingsopening en daardoor weinig betrouwbaar.

6.5.2. De cumulatieve contractie-energie E1 en E2.

Voor de berekening van de cumulatieve contractie-energie over één centimeter ontsluiting vóór (E1), respectievelijk ná (E2) het acceleratiepunt is de ligging van het acceleratiepunt van belang. De ligging verschilt enigszins al naar gelang wordt genomen het begin, het maximum of het einde van de ontsluitingsreactie. De E1, respectievelijk E2 is daarom bij elke daarvoor in aanmerking komende zwangere berekend over de drie acceleratiepunten -begin, maximum en einde van de ontsluitingsperiode- en vervolgens gemiddeld. In de groep MS konden geen acceleratiepunten worden vastgesteld (zie 6.5.) en in deze groep kon dus ook de cumulatieve contractie-energie vóór en na het acceleratiepunt niet worden berekend. De E2 kon bij meer zwangeren worden

berekend dan de E1, omdat bij een vrij groot aantal barenden minder dan 1 cm vóór het acceleratiepunt bleek te zijn geregistreerd.

In tabel 6.10. is de gemiddelde waarde van E1, respectievelijk E2 in de onderzochte groepen vermeld. Ook is het gemiddelde van de individuele verhoudingen E2/E1 per groep aangegeven. De MP en de NS groep produceren over de centimeter ontsluiting voorafgaande aan het acceleratiepunt significant minder contractie-energie dan de NP groep. De MP en de NS groep verschillen daarentegen niet significant van elkaar (toets van Wilcoxon).

In alle onderzochte groepen is de E2 een factor 0.4 minder dan de E1. De uterus hoeft dus na het acceleratiepunt veel minder energie te produceren om 1 cm ontsluiting te bewerkstelligen. In de MP en de NS groep produceert de uterus over de centimeter ontsluiting na het acceleratiepunt significant minder energie dan in de NP groep. Ook hier verschillen de MP en de NS groep niet significant van elkaar (toets van Wilcoxon).

Bespreking.

Het blijkt dat de uterus van door middel van oxytocine ingeleide multiparae vóór en ná het acceleratiepunt aanzienlijk minder energie behoeft te produceren om de cervix te openen dan die van ingeleide nulliparae. Ook de NS behoeven minder energie te produceren dan de NP, zowel voor als na het acceleratiepunt. Dit is opvallend aangezien alle zwangeren in de NP en de NS groep (met uitzondering van zwangere C3) een cervixscore van 6 of meer hadden. De cervixscore lijkt dus voor wat betreft de te produceren energie geen goede graadmeter te zijn. Hierbij moet wel worden aangetekend dat het aantal onderzochte zwangeren in de NS groep erg klein is.

Uit onze resultaten blijkt bovendien dat de MP en de NS met elkaar overeenkomen. Weliswaar wordt door de NS groep

Tabel 6.10. De gemiddelde cumulatieve contractie-energie over één centimeter ontsluiting vóór (E1) respectievelijk ná (E2) het acceleratiepunt.

groep (1)	n	E1 (mmHg. sec 10 ³)			n	E2 (mmHg. sec 10 ³)			E2/E1
		\bar{x}	s.e.m.	range		\bar{x}	s.e.m.	range	
MP	7	50.6	6.0	19.2-95.5	13	20.7	1.6	7.5-55.7	0.39
NP	13	81.8	7.3	16.8-150.9	17	30.5	2.5	11.8-87.6	0.40
NS	4	55.2	7.7	28.0-108.5	4	23.4	3.7	9.7-46.2	0.41

(1) In de groep MS kon geen acceleratiepunt worden vastgesteld.

gemiddeld meer energie geproduceerd, maar het verschil met de MP groep is niet significant. De verhouding tussen E2 en E1 is in alle groepen ongeveer identiek. Dit valt te meer op, omdat de ontsluitingen behorende bij de acceleratiepunten significant verschillen. De oorzaak hiervoor moet mogelijk worden gezocht in de biochemische veranderingen die plaatsvinden in de cervix. Hierop zal in hoofdstuk 7 nader worden ingegaan. In de literatuur kunnen geen gegevens worden gevonden, waarmee onze resultaten kunnen worden vergeleken.

6.5.3. De ontsluitingssnelheid V1 en V2.

De snelheid van ontsluiting over één centimeter ontsluiting vóór (V1) respectievelijk ná (V2) het acceleratiepunt is, evenals de E1 en E2, bij elke barende berekend over de drie acceleratiepunten -begin, maximum en einde van de ontsluitingsreactie- en vervolgens gemiddeld.

In tabel 6.11. is de gemiddelde waarde van V1, respectievelijk V2 in de onderzochte groepen vermeld. Ook is hier de gemiddelde verhouding tussen V2 en V1 aangegeven.

De V1 verschilt niet significant tussen de verschillende groepen (toets van Wilcoxon). De V2 in groep MP verschilt significant van die in de NP groep. Er is geen significant verschil tussen de V2 in de NS groep en die in de MP groep, respectievelijk die in de NP groep aantoonbaar (toets van Wilcoxon).

Tabel 6.11. De snelheid van de ontsluiting over één centimeter ontsluiting vóór (V1), respectievelijk ná (V2) het acceleratiepunt.

groep (1)	n	V1 (cm per uur)			n	V2 (cm per uur)			V2/V1
		\bar{x}	s.e.m.	range		\bar{x}	s.e.m.	range	\bar{x}
MP	14	0.6	0.1	0.1-0.6	14	3.5	0.2	0.9-7.1	12.5
NP	19	0.5	0.1	0.1-1.0	18	2.4	0.2	0.8-5.3	6.1
NS	4	0.7	0.1	0.2-1.3	4	2.9	0.4	1.0-5.1	4.5

(1) in de groep MS kon geen acceleratiepunt worden vastgesteld.

Bespreking.

Uit deze resultaten kan uitsluitend de conclusie worden getrokken dat de ontsluiting van met oxytocine gestimuleerde multiparae over één centimeter voorafgaande aan het acceleratiepunt niet duidelijk sneller verloopt dan die van ingeleide nulliparae, terwijl dit ná het acceleratiepunt wel het geval is. Wel hebben ingeleide multiparae minder energie nodig dan ingeleide nulliparae om, zowel voor als na het acceleratiepunt één centimeter ontsluiting te bewerkstelligen. Wanneer wij de snelheid van de ontsluiting beschouwen in relatie met de benodigde contractie-energie wordt een indruk verkregen van de *effektiviteit* van de uteruscontracties met betrekking tot de ontsluitingssnelheid (tabel 6.12.).

Tabel 6.12. Effectiviteit van de contractie-energie met betrekking tot de ontsluitingssnelheid.

groep	n	V1/E1 x 100 (cm.mmHg ⁻¹ .sec. ⁻²)	V2/E2 x 100	n
MP	7	2.8	22.7	13
NP	13	0.8	9.4	17
NS	4	2.1	27.4	4

De kleine groep NS buiten beschouwing latend blijkt dat, berekend over één centimeter ontsluiting, de effectiviteit van de uteruscontracties ná het acceleratiepunt bij de door middel van oxytocine gestimuleerde multiparae ongeveer een factor 2.4 groter is dan bij de ingeleide nulliparae; vóór het acceleratiepunt bedraagt dit verschil zelfs een factor 3.5.

In de literatuur zijn uitsluitend gegevens te vinden over de snelheid van de ontsluiting in de gehele latente of actieve fase. Al deze gegevens zijn gebaseerd op intermitterend digitaal onderzoek. Friedman (1954) geeft een snelheid van 0.35 cm/uur met een spreiding van 0 tot 0.86 cm/uur. Hendricks (1970) stelde in een groep van 308 zwangeren vast dat nulliparae 1.8 uur nodig hadden om van 2.5 cm naar 4.0 cm ontsluiting te komen. Multiparae hadden voor diezelfde afstand 1.6 uur nodig. De hieruit berekende ontsluitingssnelheid bedraagt zowel voor nulliparae als voor multiparae circa 0.5 cm per uur. De door ons gevonden ontsluitingssnelheden liggen wat hoger dan die van Friedman en van Hendricks. Dit was te verwachten, omdat wij de snelheid van ontsluiting hebben gemeten over de laatste centimeter voor het acceleratiepunt, dat wil zeggen in het eerste deel van de acceleratiefase.

De V2 zal minder moeten zijn dan de ontsluitingssnelheid in de periode van de maximale helling. Dit is in overeen-

stemming met de resultaten van Friedman (1967). Deze auteur geeft voor de ontsluitingssnelheid tijdens de periode van de maximale helling op voor de groep NS 3.5 cm/uur, voor de NP 3.8 cm/ uur en voor de MP 7.0 cm/uur. De door anderen (Philpott, 1972; Melmed, 1976) tijdens de periode van de maximale helling bij nulliparae gemeten ontsluitingssnelheden liggen echter in de orde van 1.6-1.8 cm/uur, dus lager dan de door ons gemeten V2. De gegevens van deze onderzoekers, evenals die van Friedman (1967), berusten op intermitterende digitale schattingen. Uit de grote discrepantie tussen hun resultaten blijkt de onbetrouwbaarheid van de meting.

6.6. De deltadilatatie.

De deltadilatatie is de toeneming van de ontsluiting tijdens een contractie. Het is een maat voor de weerstand van de cervix. Wanneer de cervix soepel is zal de deltadilatatie groot zijn, een stugge cervix zal een geringe deltadilatatie vertonen.

In tabel 6.13. is de correlatie aangegeven tussen de deltadilatatie en de tijd. Bij de meeste nulliparae blijkt de deltadilatatie niet toe te nemen tijdens de

Tabel 6.13. Correlatie tussen de deltadilatatie en de tijd van de ontsluitingsperiode.

groep	n	correlatie ($r \geq 0.64$)	geen correlatie ($r < 0.64$)
MP	16	8	8
NP	26	3	23
MS	11	5	6
NS	8 *	1	7

* zwangere F3 is weggelaten omdat zij voortdurend meeperste.

ontsluitingsperiode (figuur 6.8.). Bij ongeveer de helft van de multiparae neemt de deltadilatatie wel toe (figuur 6.9.).

De verdeling in de MP groep verschilt significant van die in de NP groep (toets van Fisher). Ook de verdeling in de MS groep verschilt significant van die in de NP groep; tussen de NP en de NS groep kunnen geen significante verschillen worden aangetoond (toets van Fisher).

Het effect van iedere contractie afzonderlijk op de ontsluiting kan worden weergegeven door het quotient van de deltadilatatie en de door de uterus geproduceerde energie per contractie (Siener, 1972). Als maat voor de energie werd weer de "active pressure area" van de contractie gebruikt (zie hoofdstuk 5.1.). Onderzocht werd in hoeverre er een positieve correlatie bestaat tussen dit quotient en de tijd van de ontsluitingsperiode. De resultaten zijn weergegeven in tabel 6.14. De groepen MS en NS konden niet in de berekeningen worden betrokken aangezien het aantal registratiepunten te klein bleek te zijn.

Tabel 6.14. Correlatie tussen de effectiviteit van de contractie en de tijd van de ontsluitingsperiode.

groep	n	correlatie ($r \geq 0.64$)	geen correlatie ($r < 0.64$)
MP	15*	4	11
NP	24*	2	22

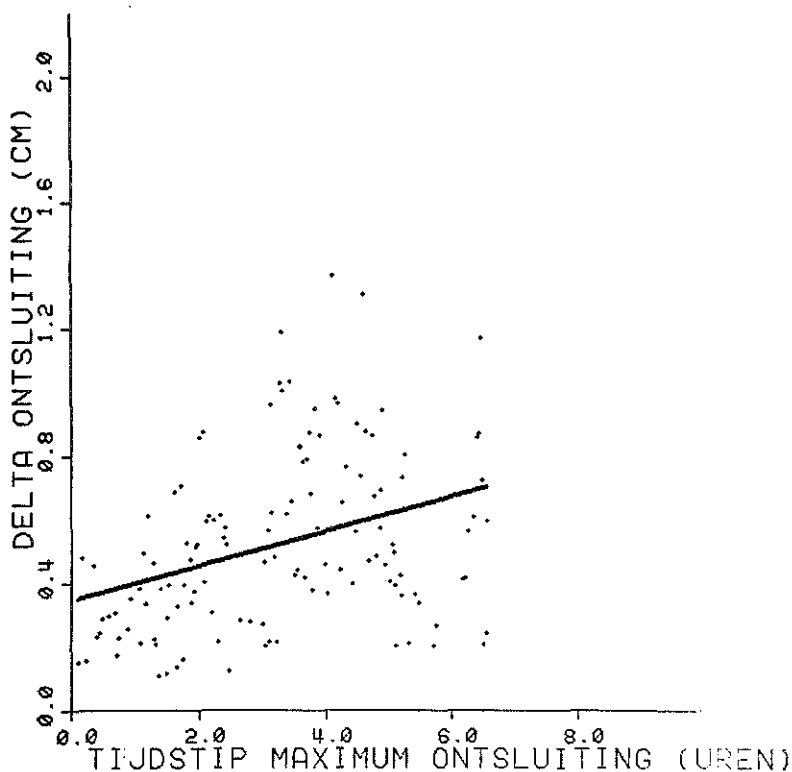
* Eén respectievelijk twee zwangeren konden i.v.m. het gedeeltelijk ontbreken van het druksignaal niet in de berekeningen worden betrokken.

Bij de meeste zwangeren, zowel in de MP als in de NP groep lijkt de effectiviteit van de contractie tijdens de ontsluitingsperiode niet toe te nemen. Tussen de MP en de

DELTA ONTSLUITING (CM)

VERSUS

TIJDSTIP MAXIMUM ONTSLUITING (UREN)



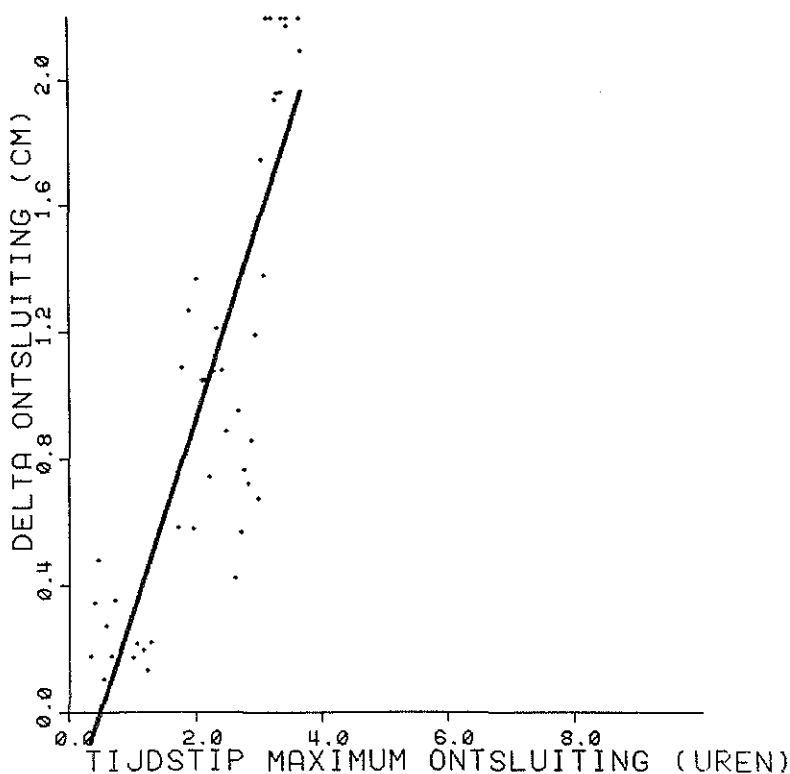
Figuur 6.8. Gravida I, para 0, 39 weken amenorrhoe, cervixscore 7, electieve inductie met oxytocine.

Er is geen significante correlatie tussen de delta-dilatatie en de tijd van de ontsluitingsperiode ($r: 0.355$).

DELTA ONTSLUITING (CM)

VERSUS

TIJDSTIP MAXIMUM ONTSLUITING (UREN)



Figuur 6.9. Gravida II, para I, 40 weken amenorrhoe, cervixscore 8, electieve inductie met oxytocine.

De deltadilatatie neemt wel toe tijdens de ontsluitingsperiode. Correlatiecoëfficiënt $r : 0.836$.

NP groep kunnen geen significante verschillen worden aangetoond.

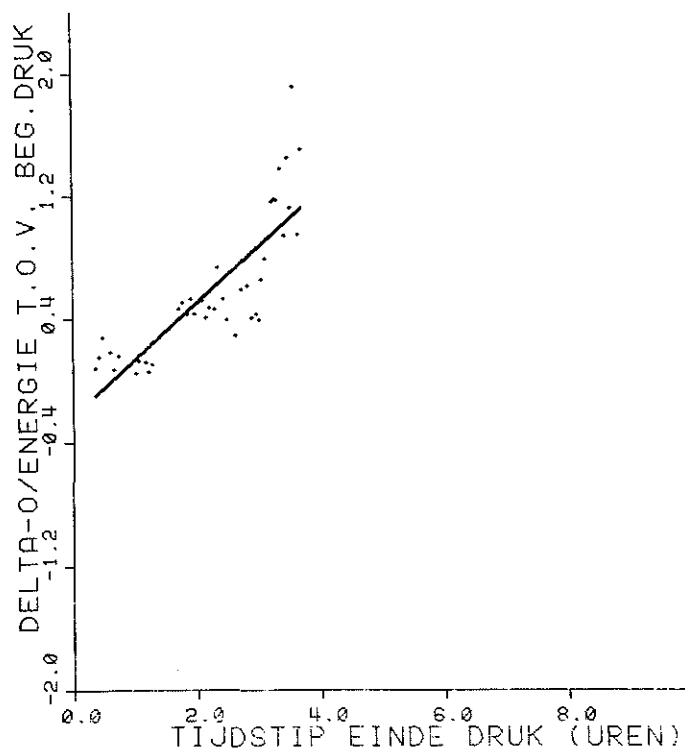
In de MP groep zonder correlatie hebben echter 5 zwangeren een correlatiecoëfficiënt die tussen de 0.55 en de 0.64 in ligt, in de NP groep zonder correlatie liggen alle correlatiecoëfficiënten onder 0.55. Wanneer wij deze zwangeren in de berekeningen zouden betrekken blijkt er wel een significant verschil tussen de MP en de NP groep te bestaan (toets van Fisher) (figuur 6.10 en 6.11.). Tevens werd de samenhang onderzocht tussen de grootte van de deltadilatatie en de grootte van de ontsluiting aan het begin van de ontsluitingsreactie. De resultaten zijn weergegeven in tabel 6.15. Bij de meeste barenden bestaat geen samenhang tussen de grootte van de deltadilatatie en de ontsluiting aan het begin van de ontsluitingsreactie. Er kunnen geen significante verschillen worden gevonden tussen de verschillende groepen onderling (toets van Fisher).

Tabel 6.15. Correlatie tussen de deltadilatatie en de ontsluiting aan het begin van de ontsluitingsreactie.

groep	n	correlatie ($r \geq 0.64$)	geen correlatie ($r < 0.64$)
MP	16	5	11
NP	26	4	22
MS	11	4	7
NS	8*	0	8

* zie tabel 6.13.

Tenslotte werd het verband nagegaan tussen de grootte van de deltadilatatie en de resultante van de ontsluitingsreactie (tabel 6.16).



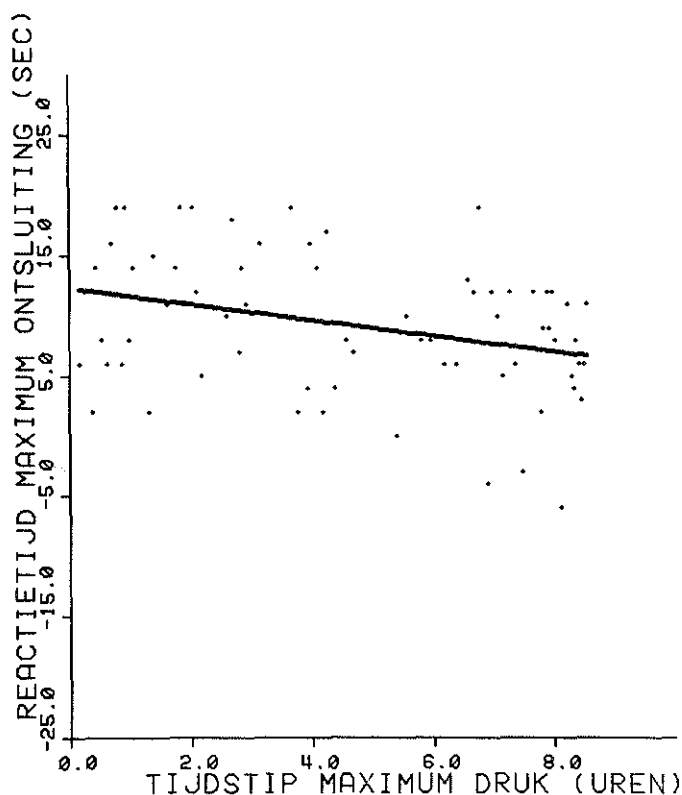
Figuur 6.10. Gravida II, para I, 40 weken amenorrhoe, cervixscore 8, electieve inductie met oxytocine.

De effectiviteit van de uteruscontractie neemt toe tijdens de ontsluitingsperiode. Correlatiecoëfficiënt $r : 0.825$.

REACTIETIJD MAXIMUM ONTSLUITING (SEC)

VERSUS

TIJDSTIP MAXIMUM DRUK (UREN)



Figuur 6.11. Gravida I, para 0, 40 weken amenorrhoe, cervixscore 7,
 electieve inductie met oxytocine.

De effectiviteit van de uteruscontractie neemt niet toe
 tijdens de ontsluitingsperiode.

Correlatiecoefficient r : 0.128.

Ook hier kan bij de meeste zwangeren geen samenhang worden vastgesteld. Er kunnen geen significante verschillen worden aangetoond tussen de verschillende groepen onderling (toets van Fisher).

Tabel 6.16. Correlatie tussen de deltadilatatie en de resultante van de ontsluitingsreactie.

groep	n	correlatie ($r \geq 0.64$)	geen correlatie ($r < 0.64$)
MP	16	5	11
NP	26	10	16
MS	11	4	7
NS	8*	3	5

* zie tabel 6.13.

Bespreking.

Voor wat betreft de deltadilatatie blijkt er een significant verschil te bestaan tussen de cervix van de multipara en die van de nullipara. Het blijkt daarbij niet van belang te zijn of de zwangeren spontaan in partu zijn of door middel van oxytocine worden gestimuleerd. In de loop van de ontsluitingsperiode neemt de deltadilatatie bij multiparae vaak toe, bij de meeste nulliparae is dit niet het geval. In hoofdstuk 6.4. hebben wij reeds gezien dat de contractie-energie tijdens de ontsluitingsperiode meestal niet duidelijk toeneemt. De deltadilatatie blijkt bij ongeveer de helft van de multiparae toe te nemen tijdens de ontsluitingsperiode. Bij de meeste nulliparae blijft deze constant. Op basis hiervan zal de effectiviteit van de contracties tijdens de ontsluitingsperiode bij de zwangeren uit de MP groep moeten toenemen en bij de zwangeren uit de NP groep niet. Dit is niet in overeenstemming met onze bevindingen. Uitsluitend wanneer wij de

zwangeren uit de MP groep die een correlatiecoëfficiënt hebben tussen de 0.55 en de 0.64 ook in de berekeningen zouden betrekken blijkt dit wel het geval te zijn. Alleen Siener en Wüst (1972) doen casuïstische mededelingen over de effectiviteit van de uteruscontracties. Als maat voor de energie nemen zij de intensiteit van de contractie. Zij maken geen verschil tussen multiparae en nulliparae. Zij vinden dat bij toenemende ontsluiting de effectiviteit van de contractie toeneemt. Onze resultaten geven aan dat dit uitsluitend bij multiparae het geval zou kunnen zijn, wanneer wij althans uitgaan van een correlatiecoëfficiënt $r > 0.55$. Uitgaande van een correlatiecoëfficiënt $r > 0.64$ blijkt dit niet het geval te zijn. Siener en Wüst (1972) stellen bovendien dat bij zwangeren met dezelfde ontsluiting contracties met dezelfde intensiteit een zeer verschillende invloed op de cervix kunnen uitoefenen. Helaas zijn hun registraties zo kort van duur dat een nadere vergelijking met ons materiaal niet mogelijk is.

Aangezien bij vele multiparae de deltaontsluiting tijdens de ontsluitingsperiode blijkt toe te nemen, zou kunnen worden verwacht dat er bij de multiparae een positieve samenhang zou kunnen bestaan tussen de mate van ontsluiting en de grootte van de deltadilatatie. Dit blijkt niet het geval te zijn. Bij een zwangere kan aan het einde van de ontsluitingsperiode de deltadilatatie zelfs kleiner zijn dan aan het begin, ondanks het feit dat de contractie-energie tijdens de ontsluitingsperiode meestal constant blijft (zie hoofdstuk 6.4). Dit benadrukt dat er andere factoren zijn dan alleen de uterusactiviteit, die de ontsluiting beïnvloeden.

De bevinding dat de deltadilatatie bij multiparae tijdens de ontsluitingsperiode vaak toeneemt, en er daarentegen geen relatie kan worden aangetoond tussen de deltadilatatie en de ontsluiting aan het begin van de ontsluitingsreactie, suggereert dat de tijd een belangrijkere rol speelt in de

weerstandsvmindering van de cervix dan de ontsluiting zelf.

Uit de gegevens in tabel 6.16. blijkt dat een soepele cervix, met een grote deltadilatatie geen garantie is voor een snelle ontsluiting.

Uit een aantal registraties blijkt dat een grote deltadilatatie kan samengaan met een kleine resultante. Dit is wel te begrijpen omdat een zeer soepele cervix tegen het einde van de ontsluitingsreactie de neiging zal hebben volledig terug te veren, wat een minimale resultante tot gevolg zal hebben. Bij het tot stand komen van de resultante van de ontsluitingsreactie speelt mogelijk ook de indaling van de voorliggende schedel een rol. Aangezien door ons tijdens de registratie niet werd getouchéerd (zie hoofdstuk 4.3.) kunnen wij hierover geen uitspraak doen.

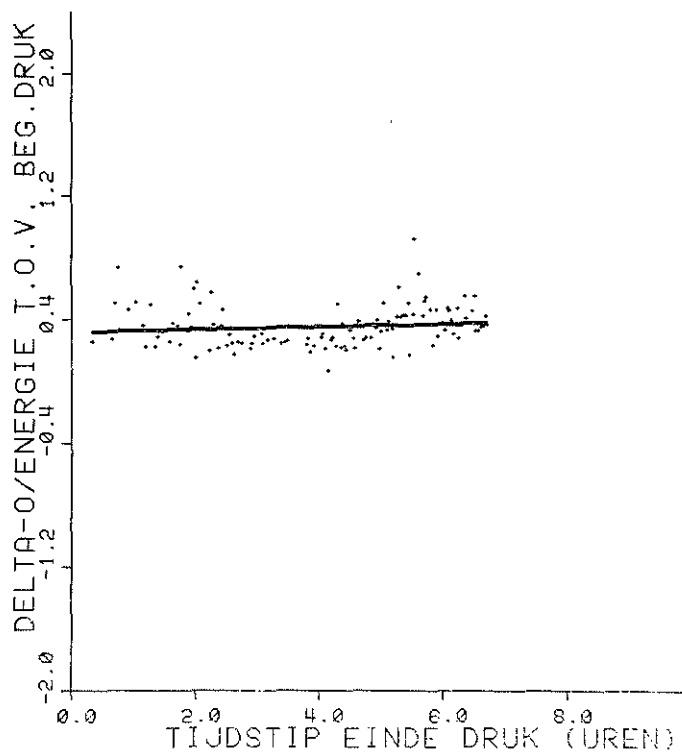
6.7. De reactietijden.

De reactietijden zijn de tijden die verlopen tussen het begin van de contractie en het begin van de ontsluitingsreactie, het maximum van de contractie en het maximum van de ontsluitingsreactie, en het einde van de contractie en het einde van de ontsluitingsreactie (zie hoofdstuk 5). Wij onderzochten of deze reactietijd tijdens de ontsluitingsperiode verandert, uitgaande van de door Siener (1963) geuite veronderstelling dat de reactietijd in de loop van de ontsluitingsperiode zou afnemen.

Bij geen enkele zwangere kan een duidelijke significante vermindering worden vastgesteld van de reactietijden tijdens de ontsluitingsperiode. Een voorbeeld van een van deze drie reactietijden wordt gegeven in figuur 6.12.

Bespreking.

Volgens Siener (1963) is er aan het begin van de ontsluiting een vertraagde reactie van de ontsluiting op de toeneming van de intra-uteriene druk. Naarmate de ont-



Figuur 6.12. Gravida I, para 0, 39½ weken amenorrhoe, cervixscore 8, electieve inductie met oxytocine.

De reactietijd tijdens de ontsluitingsperiode vermindert niet. Correlatiecoëfficiënt r : 0.318.

sluiting toeneemt en dus de cervix in het algemeen soepeler wordt zou deze vertraging minder worden.

Onze resultaten kunnen de indrukken van Siener niet bevestigen. Weliswaar is de ontsluitingsreactie een gevolg van het toenemen van de intra-uteriene druk, maar de tijdsrelatie tussen beide is in onze registraties wisselend. Hiervoor hebben wij geen verklaring kunnen vinden.

HOOFDSTUK 7.

SLOTBESCHOUWING EN CONCLUSIES.

In dit hoofdstuk zullen de in hoofdstuk 6 beschreven resultaten nader worden besproken tegen de achtergrond van een aantal gegevens uit de literatuur over structuur en functie van de cervix.

De ultrasone ontsluitingsmeter maakt het mogelijk om op betrouwbare en voor de zwangere weinig belastende wijze continue en kwantitatieve informatie te verkrijgen over het gedrag van de cervix tijdens de ontsluitingsperiode. De combinatie met continue meting van de intra-uteriene druk schept de mogelijkheid om de relatie tussen de ontsluitingsreactie en de uterusaktiviteit nader te analyseren.

Ons onderzoek heeft zich beperkt tot zwangeren, bij wie sprake was van een klinisch als normaal te beschouwen ontsluitingsperiode (met uitzondering van zwangere I2). De indaling en de stand van de schedel, mogelijk een belangrijke faktor in het ontsluitingsgebeuren, hebben wij niet in ons onderzoek kunnen betrekken aangezien er tijdens de ontsluitingsperiode niet werd getoucheerd, om te voorkomen dat de transducers los zouden raken. Het feit dat, nadat de transducers zijn aangebracht, niet meer kan worden getoucheerd vormt een belemmering voor klinische toepassing van de ultrasone ontsluitingsmeter op ruimere schaal. Een regelmatige controle van de vordering van de indaling en van de houding en stand van het voorliggende deel is immers gewenst. In de nabije toekomst kan verbetering van de bevestiging van de transducers aan de cervix hierin wellicht verandering brengen.

Een aantal resultaten van ons onderzoek zou erop kunnen wijzen dat tijdens de ontsluiting veranderingen in de structuur van de cervix plaatsvinden.

- Pas bij een bepaalde mate van ontsluiting, (het reactiepunt) die bij multiparae lager blijkt te liggen dan

- bij nulliparae (hoofdstuk 6.3.), gaat de cervix reageren op de uteruscontracties.
- Bij een zekere ontsluiting (het acceleratiepunt) treedt een versnelling van het proces van de ontsluiting op, terwijl daarvoor minder contractie-energie nodig is. Bij multiparae ligt dit punt bij een geringere ontsluiting dan bij nulliparae (hoofdstuk 6.5.1).
 - De deltadilatatie neemt tijdens de ontsluitingsperiode bij ongeveer de helft van de multiparae toe, bij het merendeel van de nulliparae is dit niet het geval (hoofdstuk 6.6).

Veranderingen in de cervix uteri treden reeds gedurende de zwangerschap op. Budinska (1972) onderzocht bij 108 vrouwen de ontsluiting van de cervix tijdens de zwangerschap. In de 24-28e week van de zwangerschap bleek bij 30 % van de primigravidae het ostium internum van de cervix voor een vinger toegankelijk te zijn; bij de multigravidae was dit percentage zelfs 35. Aan het einde van de 38e zwangerschapsweek bleek dit percentage tot 80 te zijn opgelopen. Anderson en Turnbull (1969) vonden bij 90 primigravidae in de 28e zwangerschapsweek ontsluiting van het ostium internum in 7.8 % van de gevallen; aan het einde van de 38e zwangerschapsweek was dit percentage opgelopen tot 71.4. Stys et al. (1977) toonden bij het zwangere schaap aan dat de compliance van de cervix kort voor de weeën begonnen zeer sterk toenam. De belangrijkste veranderingen in de cervix lijken echter tijdens de ontsluitingsperiode zelf plaats te vinden.

Uit meer recente literatuur blijkt dat de cervix voornamelijk uit bindweefsel bestaat; slechts 10-15 % wordt gevormd door spierweefsel (Danforth et al., 1947, 1954, 1960, 1974; Schwarz en Woolf, 1948; Hughesdon, 1949). Volgens Danforth (1947) en Schwarz en Woolf (1948) is dit spierweefsel diffuus verspreid door de gehele cervix, het komt nergens in bundels voor. Het kan dan ook, volgens deze

onderzoekers, geen rol van betekenis spelen bij het tot stand komen van de ontsluiting.

Hughesdon (1949) vindt in zijn preparaten wel een duidelijk longitudinaal verlopend spiervezelpatroon in het buitenste gedeelte van de cervix. Van hieruit stralen vezels in de richting van het ostium cervicis. Hiermee zijn de resultaten van Lierse (1960) in overeenstemming. Deze onderzoeker onderzocht door middel van gepolariseerd licht coupes van 92 uteri. Vanuit de longitudinaal verlopende spiervezels aan de buitenzijde van het corpus uteri zouden spierbundels de cervix binnendringen. Bovendien zouden spiervezels vanuit de vagina en vanuit de parametria in de cervix uitstralen. Als deze anatomische bevindingen juist zouden zijn, zou kunnen worden verwacht dat eigen aktiviteit van de cervix bij de ontsluiting een rol zou kunnen spelen. Mededelingen van Schild et al. (1951) en Nixon en Smyth (1951, 1957), die door middel van ballon-catheters in vivo contractieaktiviteit van de cervix konden registreren bij zwangeren in het eerste en tweede trimester van de zwangerschap, zijn hiermee in overeenstemming. Het aantal registraties is echter beperkt; slechts 6 patiënten werden onder ongunstige omstandigheden, op de operatiekamer, korte tijd voorafgaande aan een hysterotomie geregistreerd. De getoonde voorbeelden zijn niet duidelijk.

Hillier en Karim (1970) konden in vitro stukjes cervixweefsel, genomen uit de buitenste laag van een niet-zwangere uterus, door middel van oxytocine laten contraheren. Danforth (1954) gelukte dit slechts bij cervixweefsel van een zwangere uterus. De beschrijvingen zijn zeer summier; Hillier en Karim (1970) vermelden nergens hoeveel stukjes weefsel door hen zijn onderzocht en Danforth (1954) beschrijft slechts 1 geval.

In al onze registraties (234 uur) hebben wij nooit een eigen contractieaktiviteit van de cervix kunnen vaststellen,

elke ontsluitingsreactie ging steeds gepaard met verhoging van de intra-uteriene druk. Met Noack en Blaschkowski (1958) zijn wij dan ook van mening dat de cervix zich zeer waarschijnlijk passief gedraagt. De aanwezige spiervezels spelen waarschijnlijk geen rol van betekenis bij het tot stand komen van de ontsluiting.

De veranderingen in de cervix tijdens de ontsluitingsperiode zullen dus in het bindweefsel moeten worden gezocht. Tot ongeveer 1950 zijn de opvattingen hierover gebaseerd geweest op de onderzoeken van Stieve (1927); hij baseerde zijn conclusies op macroscopisch en microscopisch onderzoek van 17 niet-zwangere uteri, 40 zwangere uteri en 11 uteri die afkomstig waren van patiënten die korte tijd tevoren waren bevallen. Volgens deze onderzoeker zou de cervix tijdens de zwangerschap sterk worden gevasculariseerd. Er zou een veneus wondernet ontstaan, het zogenaamde "zwellichaam" van de cervix. Tijdens de partus zou door de druk van het voorliggend deel het bloed uit de cervix worden gedrukt, waardoor de cervix zou verstrijken en de ontsluiting zou ontstaan. Dat deze opvatting betreffende het ontsluitingsmechanisme niet volledig juist kan zijn blijkt wel uit het feit dat ook een zwangere met een hoogstaand voorliggend deel tot -vrijwel volledige- ontsluiting kan komen.

Ook Runge en Riehm (1952) valt de sterke toeneming van de veneuze vaten tijdens de zwangerschap op, maar zij vinden de veranderingen die plaatsvinden in de rangschikking van de collageenbundels belangrijker. Bij 24 vrouwen werd onmiddellijk post partum een wigexcisie uit de cervix genomen. Ter vergelijking hiermee werden 5 operatief verwijderde cervices van niet-zwangere vrouwen onderzocht. Deze onderzoekers namen waar dat zowel bij primigravidae als bij multigravidae tijdens de zwangerschap de "haarlokachtig" gerangschikte collageenbundels verdwijnen. Er treedt "Auflockerung" op, het bindweefsel lijkt door

vacuolen te zijn doortrokken. Deze vacuolen zijn optisch niet leeg, maar komen overeen met de ongevormde intercellulaire substantie zoals die bij normaal bindweefsel wordt aangetroffen.

Uit electronenmicroscopisch onderzoek van Berwind (1953) blijkt dat de zogenaamde "Auflockerung" berust op depolymerisatie van de kitsubstantie binnen de collageenvezels. De kitsubstantie valt in klompjes uiteen waardoor de fibrillen ten opzichte van elkaar kunnen gaan verschuiven; hierdoor zou ontsluiting mogelijk worden.

Door Danforth et al. (1960) werden deze met zwangerschap samenhangende veranderingen in het bindweefsel bevestigd. Hij toonde bovendien aan dat de hoeveelheid hydroxyproline onmiddellijk post partum (10 cervices) slechts de helft bedraagt van die in de cervix van niet-zwangere vrouwen (32 cervices), namelijk 4.7 % respectievelijk 10.2 % per 100 mg drooggewicht. Hydroxyproline is een aminozuur dat vrijwel alleen in collageen voorkomt. Het afnemen van de hoeveelheid hydroxyproline is volgens Danforth niet absoluut maar relatief ten gevolge van het toenemen van de totale hoeveelheid grondsubstantie.

Anderson en Turnbull (1969) konden geen verband aantonen tussen de hoeveelheid hydroxyproline in de cervix en de cervixscore vlak voor de partus. Ook Cretius et al. (1966) en Maillot en Zimmermann (1976) zijn van mening dat de hoeveelheid collageen weefsel tijdens de ontsluitingsperiode constant blijft. De belangrijkste veranderingen in de cervix tijdens de zwangerschap en de ontsluitingsperiode lijken dan ook plaats te vinden in de grondsubstantie zelf. In 1962 toonden Buckingham et al. aan dat het watergehalte van cervixweefsel van zwangeren vlak voor de ontsluitingsperiode (12 cervices) en onmiddellijk na de partus (12 cervices) 5 % hoger is dan van cervixweefsel van niet-zwangeren (32 cervices).

Bovendien neemt volgens Danforth et al. (1974) de hoe-

veelheid grondsubstantie (mucopolysacchariden) sterk toe. Reeds in 1968 toonden Bryant et al. bij ratten aan dat de hoeveelheid hexosamine (als maat voor de grondsubstantie) tijdens de partus met een factor 5 toeneemt. Bij de vorming van de grondsubstantie lijken de fibroblasten een belangrijke rol te spelen (Lo Stumbo en Pellegrini, 1970).

Uit bovenstaande onderzoeken lijkt naar voren te komen dat zich in de cervix tijdens de ontsluitingsperiode biochemische en structurele veranderingen voordoen die kunnen leiden tot verweking en verslapping van de cervix. Het is echter niet mogelijk om op grond van literatuurgegevens een verschil in structuur aan te tonen tussen de cervix van nulliparae en die van multiparae. Toch zou dit wel kunnen worden verwacht aangezien uit onze resultaten blijkt dat de cervix van multiparae zich anders gedraagt dan die van nulliparae.

Mogelijk zou het verschillende gedrag van de cervices van nulliparae en multiparae kunnen worden verklaard op grond van mechanische factoren. Volgens Lindgren (1955, 1958, 1959, 1962, 1966, 1967, 1971) hangt de mate van ontsluiting waarbij acceleratie optreedt -het acceleratiepunt- samen met de hoeveelheid door de uterus geproduceerde contractie-energie. Als de contractieactiviteit van de uterus toeneemt komt volgens deze onderzoeker de barende in de fase van de "maximale helling" (zie figuur 2.2.). Waarom dit zou gebeuren wordt echter niet duidelijk. Siener en Wüst (1972) proberen hiervoor wel een verklaring te geven; volgens hen wordt de acceleratiefase bepaald door de vorm van het voorliggende deel. In een modelonderzoek lieten zij een kogel met een belasting van 1200 gram drukken op een kunstmatige ontsluitingsopening. Zij constateerden dat, wanneer de kunstmatige ontsluitingsopening een doorsnede had van 4 cm, de toeneming van de ontsluiting ten gevolge van de belasting relatief het grootst was. De door ons gevonden significant verschillende ligging van het acceleratiepunt

bij nulliparae in vergelijking met multiparae kan hiermee echter niet worden verklaard.

Onze bevinding dat de multipara gemiddeld minder contractie-energie nodig heeft om sneller dan de nullipara tot ontsluiting te komen wordt door Lindgren (1971) bevestigd. Deze onderzoeker mat de druk tussen het caput en de cervix met behulp van drukreceptoren. Hij vond dat de caput-cervix druk ter hoogte van de grootste omvang van het caput bij multiparae gemiddeld groter is dan bij nulliparae. Dit wordt door hem verklaard door aan te nemen dat de multipare cervix stugger is dan die bij de nullipara, ten gevolge van de aanwezigheid van fibreus littekenweefsel. Bij een bepaalde druk zal dit fibreuze weefsel als het ware worden verscheurd; daarna zal de ontsluiting zeer snel kunnen verlopen. Deze hypothese is niet in overeenstemming met onze resultaten. De multipare portio is vanaf het begin van de registratie veel soepeler dan de nullipare portio. De deltadilatatie neemt bij de multipara veelal toe tijdens de ontsluitingsperiode; bij de nullipara is dit niet het geval.

Concluderend kan worden gesteld dat in de literatuur voor de in ons onderzoek aangetoonde verschillen in ontsluitingsreactie van de cervix tijdens de baring geen duidelijk biochemisch, morfologisch of mechanisch substraat kan worden gevonden.

Tabel A. Enkele algemene gegevens betreffende de met oxytocine ingeleide multiparae (MP).

code no	leeftijd (jaren)	graviditeit/ pariteit	obstetrisch-gynaecologische voorgeschiedenis	verloop huidige zwangerschap	amenorrhoe (weken)	cervixscore	geboorte- gewicht (gr)	D.B.P. (cm)
X2	29	III/I	spont.abortus + curettage	geen bijzonderheden	40	7	3010	9.4
C1	35	IV/II	spont.abortus + curettage	geen bijzonderheden	38	7	2430	8.1
E3	28	V/II	spont.abortus + curettage; abortus provocatus + zuig- curettage	fluxus 2e helft, groeivertraging foetus	40	4	3420	8.9
G3	19	II/I	spontane abortus	geen bijzonderheden	40	8	3440	9.7
H2	23	II/I	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	40	6	3505	9.2
C2	35	II/I	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	41½	7	3785	9.6
J2	26	VI/V	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	40	6	3010	9.5
L1	28	II/I	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	38½	7	3795	10.2
L2	29	II/I	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	38½	7	4215	10.0
N1	40	III/II	geen bijzonderheden	hypertensie	38	4	2590	8.0
P3	25	III/II	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	42	6	3240	9.7
Q1	28	II/I	enucleatie erwtgroot cervicaal myoom	geen bijzonderheden	40	6	3550	9.1
Q2	34	III/I	spont.abortus; kleine con- satie i.v.m. c.i.s.	geen bijzonderheden	39½	5	3715	9.6
T1	27	III/I	spont.abortus + curettage	hypertensie	40	7	3910	9.8
U1	27	II/I	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	40½	7	3470	9.6
U2	35	IX/III	4 x spont.abortus; partus immaturus; gemelli 6 mnd	gestoorde G.T.T. hypothyreoidie	39	6	3430	10.1

Tabel B. Enkele algemene gegevens betreffende de met oxytocine in-
geleide nuliparae (NP).

code no	leeftijd (jaren)	graviditeit/ pariteit	obstetrisch-gynaecologische voorgeschiedenis	verloop huidige zwangerschap	amenorrhoe (weken)	cervixscore	geboorte- gewicht (gr)	D.B.P. (cm)
X1	23	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	40	7	3060	9.1
X3	33	I/0	geen bijzonderheden	bloedverlies 2e helft	40	7	2810	8.7
X4	22	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	42	7	3780	9.5
A1	30	I/0	geen bijzonderheden	groei- vertraging foetus	39	7	3065	8.7
B1	19	I/0	geen bijzonderheden	ernstige anemie	40	8	3830	10.0
E1	25	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	41	8	3800	9.7
F1	20	II/0	spont.abortus + curettage	bloedverlies 2e helft	38	6	2860	8.1
F2	22	II/0	spont.abortus	geen bijzonderheden	40	8	3580	9.5
G1	30	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	40½	6	4130	9.7
H1	30	I/0	geen bijzonderheden	hypertensie	38	6	2950	?
I1	22	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	39	7	3050	8.8
C3	26	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	38	5	3235	8.0
J3	17	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	40½	8	3335	9.8
K1	22	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	40	7	2590	8.6
K2	22	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	38	8	2635	8.3
L3	26	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	42	8	3550	9.1
M1	24	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	39	6	3050	9.5
N2	23	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	40	8	3170	9.5
O2	30	I/0	geen bijzonderheden	hypertensie	39½	6	2780	9.1
P2	28	III/0	2 x spont.abortus	geen bijzonderheden	38	7	3300	9.3
R2	18	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	39½	8	3220	8.8
S1	24	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	38½	6	3185	9.6
S2	19	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	39½	8	3165	9.2
T2	26	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	38	7	3185	9.0
V1	20	II/0	spont.abortus + curettage	epilepsie	41½	8	3220	9.3
Z7	20	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	38	7	4100	8.7

Tabel C. Enkele algemene gegevens betreffende de spontaan in partu
gekomen multiparae (MS).

code no	leeftijd (jaren)	graviditeit/ pariteit	obstetrisch-gynaecologische voorgeschiedenis	verloop huidige zwangerschap	amenorrhoe (weken)	cervixscore	geboorte- gewicht (gr)	D.B.P. (cm)
J1	37	V/IV	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	38	8	3935	9.1
P1	37	IV/III	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	41	8	2925	9.0
P4	24	III/II	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	41	8	3780	10.0
R1	23	II/I	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	40½	8	3750	10.1
U3	31	VI/IV	spont.abortus	geen bijzonderheden	39½	7	3810	9.7
W3	27	II/I	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	39	7	3435	9.6
Y1	33	II/I	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	40	8	3350	9.2
Z2	28	IV/I	2 x spont.abortus	geen bijzonderheden	38½	8	2530	9.5
Z3	26	II/I	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	40½	7	3240	9.6
Z5	31	II/I	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	39½	7	3225	8.7
Z6	25	II/I	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	40½	7	3825	9.5

Tabel D. Enkele algemene gegevens betreffende de spontaan in partu
gekomen nulliparae (NS).

code no	leeftijd (jaren)	graviditeit/ pariteit	obstetrisch-gynaecologische voorgeschiedenis	verloop huidige zwangerschap	amenorrhoe (weken)	cervixscore	geboorte- gewicht (gr)	D.B.P. (cm)
D1	23	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	40	6	3320	9.2
E2	27	II/0	spont.abortus	geen bijzonderheden	40	8	3380	9.4
F3	17	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	40	8	3190	9.3
I2	32	I/0	geen bijzonderheden	hypertensie	40	3	3390	9.6
I3	29	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	39	8	2500	9.2
C4	29	II/0	missed abortion + vacuum- curettage	geen bijzonderheden	40	8	2740	9.2
W1	28	I/0	geen bijzonderheden	geen bijzonderheden	40	8	3335	9.2
Z1	33	II/0	spont.abortus + curettage	geen bijzonderheden	41½	8	3750	?
Z4	20	II/0	abortus provocatus + zuig- curettage	geen bijzonderheden	41	7	3345	9.5

SAMENVATTING.

In hoofdstuk 1 wordt het doel van het onderzoek omschreven. Over de relatie tussen het gedrag van de cervix uteri en de contracties van de uterus tijdens de eerste periode van de baring is bijna niets bekend. Dit kan, althans voor een deel, worden toegeschreven aan het ontbreken van een betrouwbare en voor de barenden weinig belastende methode voor het continu meten en registreren van de ontsluiting. Het in dit proefschrift beschreven onderzoek is daarom gericht op de volgende doelstellingen:

- Het ontwikkelen van een techniek voor continue en betrouwbare registratie van de ontsluiting tijdens de baring, gelijktijdig met continue registratie van de contractieactiviteit.
- Het definieren van karakteristieke variabelen voor kwantificering van de hiermee verkregen gegevens.
- Het opstellen van een computerprogramma voor automatische verwerking (off-line) van de gedefinieerde variabelen.
- Het verrichten van onderzoek naar het gedrag van de cervix uteri tijdens de ontsluitingsperiode van de baring in relatie met de intra-uteriene druk bij spontane en bij door oxytocine opgewekte contractie-activiteit, zowel bij nulliparae als multiparae.

In hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van in de literatuur beschreven technieken waarmee de ontsluiting tijdens de ontsluitingsperiode van de baring kan worden gemeten.

De meeste ontsluitingsmeters bestaan in principe uit een passer waarvan de distale uiteinden worden bevestigd aan de tegenover elkaar liggende randen van de cervicale opening. De mechanische beweging van de passerarmen wordt dan via een potentiometer, een pneumatisch systeem of een

foto-elektrische cel omgezet in een elektrisch signaal en geregistreerd.

De gebruikte methoden zijn vrij ingrijpend voor de zwangere, waardoor toepassing van deze instrumenten beperkt is gebleven. Daarenboven kunnen ten gevolge van het grote gewicht van de apparaten lesies van de cervix ontstaan, terwijl ook de ontsluiting wordt beïnvloed. De verkregen resultaten zijn summier en laten slechts kwalitatieve interpretaties toe.

Alleen Zador et al. (1974) beschrijven een ontsluitingsmeter gebaseerd op het principe van het ultrageluid. De door hem gepubliceerde resultaten zijn echter beperkt.

Tot op heden is er dan ook in feite geen betrouwbare, kwantitatieve informatie betreffende de relatie tussen de ontsluiting en de intra-uteriene druk tijdens de baring.

In hoofdstuk 3 wordt de ultrasone ontsluitingsmeter besproken, die door ons in het kader van dit onderzoek werd ontwikkeld. Twee ultrageluidstransducers worden aan de rand van de cervicale ontsluitingsopening bevestigd op, respectievelijk, 3 en 9 uur. Eén transducer zendt intermitterende ultrageluidssignalen uit, die door de andere worden ontvangen. Het tijdsverschil tussen het uitzenden en het ontvangen van elk signaal wordt gemeten, waardoor bij een bekende voortplantingssnelheid van het ultrageluid (geschat op $1500 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$) de afstand tussen de transducers - en dus de diameter van de ontsluitingsopening - kan worden berekend. De meting van het tijdsverschil en de omzetting in centimeters afstand worden automatisch uitgevoerd in het elektronische gedeelte van het apparaat. De berekende afstand wordt na ijking continu geregistreerd, zowel op papier als op een magnetische band, samen met de gelijktijdig gemeten intra-uteriene druk (open-tip catheter methode). Bij 220 metingen in vitro met water, respectievelijk spierweefsel, als medium bleek de nauwkeurigheid van de ultrasone ontsluitingsmeter binnen 2 % van de

gezochte waarde te liggen. Bij 12 metingen in vivo was het verschil tussen de door de ontsluitingsmeter gemeten ontsluiting en de door middel van een passer gemeten cervicale opening nooit groter dan 3 %.

In het laatste gedeelte van dit hoofdstuk wordt ingegaan op de veiligheid van de ultrasone ontsluitingsmeter. De ultrageluidstransducers leveren een intensiteit van ongeveer 2 mW.cm^{-2} bij een frekwentie van 0.6 MHz. Aangezien bovendien het ultrageluid waarvan gebruik wordt gemaakt "gepulsd" is, mag op grond van literatuurgegevens worden aangenomen dat geen schadelijke gevolgen voor moeder of kind kunnen worden verwacht.

In hoofdstuk 4 wordt de uitvoering van het onderzoek besproken. Vier groepen à terme zwangeren zijn bij het onderzoek betrokken:

- nulliparae, spontaan in partu (NS)
- nulliparae, ingeleid met oxytocine (NP)
- multiparae, spontaan in partu (MS)
- multiparae, ingeleid met oxytocine (MP)

De criteria op grond waarvan deze zwangeren werden geselecteerd worden beschreven. De uitvoering van de meting van de intra-uteriene druk en de ontsluiting wordt beschreven. Tenslotte wordt een voorbeeld getoond van een registratie.

In hoofdstuk 5 wordt besproken hoe de op de magnetische band opgenomen intra-uteriene druk- en ontsluitingssignalen automatisch worden verwerkt.

Allereerst worden de karakteristieke variabelen van het druk- en het ontsluitingssignaal gedefinieerd en worden de computerprogrammas besproken die voor het digitaliseren van de aangeboden analoge informatie zijn ontwikkeld (programma GYNSAM). Hierna wordt beschreven hoe analyse van de variabelen en patroonherkenning door de computer plaatsvindt (programma FILTER). Tenslotte wordt ingegaan

op de programmatuur waarmee de aanwezigheid van correlaties tussen verschillende variabelen kan worden onderzocht (programma COR 2).

In de samenvatting van dit hoofdstuk wordt de volledige procedure schematisch weergegeven (figuur 5.13).

In hoofdstuk 6 worden de resultaten van het onderzoek besproken. In totaal werden 62 zwangeren onderzocht; een aantal relevante gegevens van deze zwangeren wordt vermeld. De resultaten zijn gebaseerd op analyse van 4800 uteruscontracties en 3379 ontsluitingsreacties, die volgens tevoren vastgestelde en in hoofdstuk 5 besproken criteria als voldoende betrouwbaar werden geklassificeerd.

Er blijkt geen significant verschil te bestaan tussen de maximale ontsluiting geregistreerd kort voor het begin van de uitdrijvingsperiode en de biparietale diameter van de schedel van de pasgeborene in de gepaarde waarnemingen. Het *reactiepunt* van de cervix wordt gedefinieerd als de ontsluiting waarbij de cervix gaat reageren op uteruscontracties. Het gemiddelde reactiepunt ligt in de MP groep bij 2.9 cm en in de NP groep bij 3.6 cm ontsluiting; het verschil is significant.

Bij de door ons geregistreerde zwangeren verandert de *uterusaktiviteit* tijdens de ontsluitingsperiode in de meeste gevallen niet duidelijk. In de MP groep blijkt, evenals in de NP en de NS groep, bij een bepaalde mate van ontsluiting een versnelling (acceleratie) in het proces van de ontsluiting op te treden. Dit zogenaamde *acceleratiepunt* ligt in de MP groep bij een significant geringere ontsluiting (gemiddeld 3.4 cm) dan in de NP en de NS groep (gemiddeld 4.8 cm., respectievelijk 4.5 cm). Bij de nulliparae maakt het voor de ligging van het acceleratiepunt geen verschil of zij spontane dan wel door middel van oxytocine opgewekte uteruscontracties hebben.

De *cumulatieve contractie-energie* berekend over 1 cm ontsluiting ná (E2) het acceleratiepunt, blijkt bij alle zwangeren slechts ongeveer 40 % te bedragen van de energie over 1 cm vóór (E1) het acceleratiepunt. De door middel van oxytocine ingeleide multiparae behoeven significant minder energie te produceren, zowel vóór als ná het acceleratiepunt, dan de ingeleide nulliparae. De MP en de NS groep verschillen hierin daarentegen niet van elkaar. De ontsluiting van de MP over één centimeter voorafgaande aan het acceleratiepunt (V1) verloopt niet duidelijk sneller dan die van de NP of de NS, terwijl dit na het acceleratiepunt (V2) wel het geval is. Aangezien de benodigde contractie-energie bij de MP kleiner is dan die bij de NP blijkt de effectiviteit van de uteruscontracties met betrekking tot de ontsluitingssnelheid zowel vóór als ná het acceleratiepunt in de MP groep 2.4 - 3.5 maal zo groot te zijn als in de NP groep. Tussen de MP en de NS bestaat hierin geen verschil.

De *deltadilatatie*, dat wil zeggen de toeneming van de ontsluiting tijdens de ontsluitingsreactie, neemt bij ongeveer de helft van de multiparae tijdens de ontsluitingsperiode toe; bij het merendeel van de nulliparae is dit niet het geval. De effectiviteit van de contractie blijkt in het algemeen, zowel in de MP als in de NP groep, tijdens de ontsluitingsperiode niet toe te nemen.

Bij de meeste barenden kan geen samenhang worden aangetoond tussen de grootte van de deltadilatatie en de ontsluiting aan het begin van de ontsluitingsreactie. Ook kan bij de meeste zwangeren geen samenhang worden vastgesteld tussen de grootte van de deltadilatatie en de resultante van de ontsluitingsreactie.

Bij geen enkele zwangere kon een duidelijke vermindering worden vastgesteld van de *reaktietijden* tijdens de ontsluitingsperiode.

In hoofdstuk 7 worden de in het vorige hoofdstuk beschreven resultaten besproken tegen de achtergrond van een aantal gegevens uit de literatuur over structuur en functie van de cervix.

Reeds tijdens de zwangerschap treden veranderingen in de structuur van de cervix op. De veranderingen zijn het grootst tijdens de ontsluitingsperiode en vinden vooral plaats in de grondsubstantie van het collageen in de cervix. Deze biochemische veranderingen leiden tot verweking en verslapping van de cervix.

De gegevens die uit de literatuur konden worden verzameld zijn echter onvoldoende om het in ons onderzoek vastgestelde verschil in ontsluitingspatroon tussen nulliparae en multiparae te verklaren.

SUMMARY.

In chapter 1 the goal of the study is defined. Very little appears to be known about the relationship between behavior of the uterine cervix and myometrial activity during the first stage of labor. This can be attributed, at least in part, to lack of a reliable method for continuous measurement and recording of cervical dilatation during labor, without causing discomfort to the patient. Therefore, the study presented in this thesis was designed with the following objectives:

- To develop a reliable technique for continuous measurement of cervical dilatation during labor, together with simultaneous and continuous recording of uterine contractions.
- To define characteristic variables to be used for quantification of data obtained by means of such a technique.
- To design programs for computer analysis (off-line) of thus defined variables.
- To study the behavior of the uterine cervix during the first stage of labor in relation with intra-uterine pressure in spontaneous as well as in oxytocin induced labor in nulliparous and multiparous women.

In chapter 2 various techniques for measurement of cervical dilatation during labor as described in the literature are reviewed and discussed.

The majority of the so-called cervimeters consist of a pair of caliper arms with their distal ends attached to opposing rims of the external cervical os. The mechanical movement of the caliper arms is converted into an electric signal by means of a potentiometer, a pneumatic system or a photoelectric cell, and graphically recorded.

Application of these methods has been limited, because they are not very comfortable to the patient. In addition, the fixation of these heavy instruments to the cervix may cause cervical lacerations and could influence the cervical dilatation pattern. The meager data obtained by means of these instruments allow only qualitative interpretation.

Zador et al. (1974) are the only investigators who describe a cervimeter based on the principle of ultrasound. However, so far few results have been published.

It is concluded that at present there is virtually no reliable, quantitative information available regarding the relationship between cervical dilatation and intra-uterine pressure during labor.

In chapter 3 the ultrasonic cervimeter which was developed for our study is described. Two ultrasound transducers are attached to the lateral rims of the external cervical os at 3 and 9 o'clock, respectively. Pulsed ultrasound signals are generated in one transducer and received by the other. The time difference between transmission and reception of each signal is measured, which allows computation of the distance between the transducers -and therefore of cervical dilatation- on the basis of an ultrasound velocity estimated as 1500 m.sec^{-1} . Measurement of the time difference and conversion into centimeters of distance are automatically performed in the electronic part of the instrument. After calibration the output is continuously written on a polygraph and recorded on magnetic tape, together with the simultaneously measured intra-uterine pressure (open-tip catheter method).

In 220 in-vitro measurements in a medium of water or muscle tissue the accuracy of the ultrasonic cervimeter was shown to be within 2 per cent of the target value. The difference between cervical dilatation measured in vivo with calipers and with the cervimeter was never more than 3 per cent in

12 measurements. The last part of this chapter deals with safety aspects of the ultrasonic cervimeter. The ultrasound transducers deliver an intensity of approximately 2 mW.cm^{-2} at a frequency of 0.6 MHz. On the basis of data from the literature it is concluded that no adverse effects on mother or fetus are to be expected from these pulsed ultrasonic signals.

In chapter 4 the methods and materials of the study are outlined. Four groups of term pregnant women were investigated:

- Nulliparae in spontaneous labor (NS)
- Nulliparae in oxytocin induced labor (NP)
- Multiparae in spontaneous labor (MS)
- Multiparae in oxytocin induced labor (MP).

The criteria applied to the selection of these women are presented. The technique of measurement of intrauterine pressure and the application of the ultrasonic cervimeter are described. Finally, an example of a graphic recording is shown.

In chapter 5 the methods are introduced which were applied to the processing of the tape recorded intrauterine pressure and cervical dilatation signals.

First, characteristic variables of the intrauterine pressure and cervical dilatation signals are defined and the computer program for conversion of the analog signals into digital data is discussed (program GYNSAM). The methods of computer analysis of variables and of pattern recognition are outlined (program FILTER). Finally, a program which allows demonstration of the presence or absence of correlations between the various variables is briefly discussed. The whole procedure is schematically summarized in figure 5.13.

Chapter 6 deals with the results of the study. A total of 62 parturient women was investigated; relevant data on these women are presented. The results of our study are based on an analysis of 4800 myometrial contractions and 3379 cervical dilatation reactions, classified as adequate according to previously defined criteria which are discussed in chapter 5.

There appears to be no significant difference between the maximal cervical dilatation recorded just prior to the beginning of the second stage and the biparietal diameter of the skull of the newborn, in paired observations.

The *reaction point* of the cervix is defined as the magnitude of dilatation at which the cervix starts to react on myometrial contractions. The mean value of the reaction point is 2.9 cm in the MP group, and 3.6 cm in the NP group; the difference is statistically significant.

Generally, *uterine activity* did not change during the first stage of labor as recorded in the groups studied.

In the MP group as well as in the NP and NS groups, cervical dilatation appears to accelerate at a certain dilatation. This point of *acceleration* occurs at a significantly smaller dilatation in the MP group (mean 3.4 cm) than in the NP and NS groups (mean 4.8 and 4.5 cm, respectively). Relative to the occurrence of the acceleration point in nulliparae it appears to make no difference whether they are in spontaneous or in oxytocin induced labor.

In all of the groups under study *cumulative contraction energy* as calculated over 1 cm of dilatation after (E2) the acceleration point appears to be approximately 40 % of the contraction energy delivered over 1 cm of dilatation before (E1) the acceleration point. Multiparae in oxytocin induced labor (MP) deliver significantly less myometrial energy than oxytocin induced nulliparae (NP), before as well as after the acceleration point; in this respect no significant difference could be demonstrated between the MP and the NS group.

The time needed for 1 cm of cervical dilatation before the point of acceleration (V1) is not significantly shorter in the MP than in the NP or NS group, whereas after the acceleration point (V2) it does appear to be shorter in the MP group. Since the necessary myometrial energy is less in the MP than in the NP group, effectivity of uterine contractions in relation to cervical dilatation appears to be greater in the MP than in the NP group, before as well as after the point of acceleration. The MP and the NS group do not differ in this respect.

The *deltadilatation*, i.e. the gain in dilatation during a myometrial contraction, appears to increase during the first stage of labor in approximately half of the multiparae; this appears to be not the case in the majority of the nulliparae. Generally, in the MP as well as in the NP group effectivity of uterine contractions does not increase during the first stage of labor.

In the majority of women in labor no correlation is found between the magnitude of the deltadilatation and the dilatation at the beginning of the dilatation reaction. The same holds for the correlation between the deltadilatation and the resultant of the cervical dilatation reaction. None of the parturient women under study showed a clear decrease in *cervical reaction time* during the first stage of labor.

In chapter 7 the results presented in the previous chapter are discussed against the background of data from the literature pertinent to structure and function of the uterine cervix.

Changes in structure of the cervix can already be demonstrated to occur during pregnancy, but they appear to be most pronounced during the first stage of labor. Probably the most important changes take place in the ground substance of the cervical collagen tissue. These bioche-

mical alterations lead to softening and relaxation of the cervix.

However, the data which could be culled from the literature do not provide an adequate basis to explain the demonstrated differences in cervical dilatation patterns between nulliparae and multiparae.

LITERATUURLIJST.

- ANDERSON, M.M. (1965): The state of the cervix, and surgical induction of labour. *J.Obstet.Gynaec.brit.Cwlth.* 72: p. 711.
- ANDERSON, A.B.M., TURNBULL, A.C. (1969): Relationship between length of gestation and cervical dilatation, uterine contractility, and other factors during pregnancy. *Amer.J.Obstet.Gynec.* 105: p. 1207.
- BAKKE, T. (1974): Cervical consistency in women of fertile age measured with a new mechanical instrument. *Acta obstet.gynec. scand.* 53: p. 293.
- BAKKE, T., GYTRE, T. (1974): Ultrasonic measurement of sound velocity in the pregnant and the non-pregnant cervix uteri. *Scand.J.clin. lab.Invest.* 33: p. 341.
- BERWIND, T. (1954): Elektronenmikroskopische Untersuchungen am Fasersystem der Cervix uteri der Frau. *Arch.Gynäk.* 184: p. 459.
- BRAAKSMA, J.T. (1970): Drukregistratie in de niet-zwangere uterus in vivo. Proefschrift, Vrije Universiteit Amsterdam.
- BUCKINGHAM, J.C., SELDEN, R., DANFORTH, D.N. (1962): Connective tissue changes in the cervix during pregnancy and labor. *Ann.N.Y.Acad. Sci.* 97: p. 733.
- BUCKINGHAM, J.C., BUETHE, R.A., DANFORTH, D.N. (1965): Collagen-muscle ratio in clinically normal and clinically incompetent cervices. *Amer.J.Obstet.Gynec.* 91: p. 232.
- BUDINSKA, M.B. (1972): The changes of cervix uteri in pregnancy. *Acta Eur.Fertil.* 3: p. 79.
- BURNHILL, M.S., DANEZIS, J., COHEN, J. (1962): Uterine contractility during labor studied by intra-amniotic fluid pressure recordings. Part I. Effect of age, parity, duration of pregnancy, quality of the cervix, sedation, position, dose level, and amount of oxytocics on the course of labor. *Amer.J.Obstet.Gynec.* 83: p. 561.
- BURNHILL, M.S., DANEZIS, J., COHEN, J. (1962): Uterine contractility during labor studied by intra-amniotic fluid pressure recordings. Part II. Work and time and number of contractions for each centimeter of dilatation to full cervical dilatation. *Amer.J.Obstet. Gynec.* 83: p. 572.
- CALDEYRO-BARCIA, R., POSEIRO, J.J. (1965): The powers and the mechanism of labor. In: *Obstetrics.* Greenhill, J.P.: p. 278. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- CHIK, L., HIRSCH, V.J., SOKOL, R.J., ROSEN, M.G. (1974): Temporal characterization of intra-uterine pressure data. *Amer.J.Obstet. Gynec.* 120: p. 496.
- CHIK, L., HIRSCH, V.J., SOKOL, R.J., ROSEN, M.G. (1975): An optimized algorithm for the detection of uterine contractions in intra-uterine recordings. *Comp.Biomed.Res.* 8: p. 294.
- CRETIUS, K. (1965): Zur molekularen Struktur des Bindegewebes im menschlichen Uterus. *Arch.Gynäk.* 202: p. 43.
- CRETIUS, K., HANNIG, K., BEIER, G. (1966): Untersuchungen zur Löslichkeit und zum Verhalten des Kollagens im nicht-schwangeren und im schwangeren menschlichen Uterus. *Arch.Gynäk.* 203: p. 329.

- DANFORTH, D.N. (1947): The fibrous nature of the human cervix, and its relation to the isthmic segment in gravid and nongravid uteri. *Amer.J.Obstet.Gynec.* 53: p. 541.
- DANFORTH, D.N., IVY, A.C. (1949): The lower uterine segment. Its derivation and physiologic behavior. *Amer.J.Obstet.Gynec.* 57: p. 831.
- DANFORTH, D.N. (1954): The distribution and functional activity of the cervical musculature. *Amer.J.Obstet.Gynec.* 68: p. 1261.
- DANFORTH, D.N., BUCKINGHAM, J.C., RODDICK, J.W. (1960): Connective tissue changes incident to cervical effacement. *Amer.J.Obstet.Gynec.* 80: p. 939.
- DANFORTH, D.N., VEIS, A., BREEN, M., WEINSTEIN, H.G., BUCKINGHAM, J.C., MANALO, P. (1974): The effect of pregnancy and labor on the human cervix: changes in collagen, glycoproteins, and glycosaminoglycans. *Amer.J.Obstet.Gynec.* 120: p. 641.
- DEWHURST, C.J. (1971): The safety of ultrasound. *Proc.roy.Soc.Med.* 64: p. 996.
- DUIGNAN, N.M., STUDD, J.W.W., HUGHES, A.O. (1975): Characteristics of normal labour in different racial groups. *Brit.J.Obstet.Gynaec.* 82: p. 593.
- EMBREY, M.P., SIENER, H. (1965): Cervical tocodynamometry. *J.Obstet.Gynaec.brit.Cwlth.* 72: p. 225.
- ESKES, T.K.A.B. (1962): De druk in de menselijke uterus voor, tijdens en na de baring. Proefschrift, Nijmegen.
- FRIEDMAN, E.A. (1954): The graphic analysis of labor. *Amer.J.Obstet.Gynec.* 68: p. 1568.
- FRIEDMAN, E.A. (1955): Primigravid labor. A graphicostatistical analysis. *Obstet.Gynec.* 6: p. 567.
- FRIEDMAN, E.A. (1956): Labor in multiparas. A graphicostatistical analysis. *Obstet.Gynec.* 8: p. 691.
- FRIEDMAN, E.A. (1956): Cervimetry: An objective method for the study of cervical dilatation in labor. *Amer.J.Obstet.Gynec.* 71: p. 1189.
- FRIEDMAN, E.A., SACHTLEBEN, M.R. (1962): Determinant role of initial cervical dilatation on the course of labor. *Amer.J.Obstet.Gynec.* 84: p. 930.
- FRIEDMAN, E.A., VON MICKSKY, L.I. (1963): Electronic cervimeter: A research instrument for the study of cervical dilatation in labor. *Amer.J.Obstet.Gynec.* 87: p. 789.
- FRIEDMAN, E.A., SACHTLEBEN, M.R. (1965): Station of the fetal presenting part. I. Pattern of descent. *Amer.J.Obstet.Gynec.* 93: p. 522.
- FRIEDMAN, E.A., SACHTLEBEN, M.R. (1965): Station of the fetal presenting part. II. Effect on the course of labor. *Amer.J.Obstet.Gynec.* 93: p. 530.
- FRIEDMAN, E.A., SACHTLEBEN, M.R. (1965): Station of the fetal presenting part. III. Interrelationship with cervical dilatation. *Amer.J.Obstet.Gynec.* 93: p. 537.
- FRIEDMAN, E.A. (1967): Labor. Clinical evaluation and management. Meredith Publishing Company, New York.
- FRIEDMAN, E.A. (1971): The functional divisions of labor. *Amer.J.Obstet.Gynec.* 109: p. 274.

- HELLMAN, L.M., DUFFUS, G.M., DONALD, I., SUNDÉN, B. (1970): Safety of diagnostic ultrasound in obstetrics. *Lancet*, 1: p. 1133.
- HENDRICKS, C.H. (1964): A new technique for the study of motility in the non-pregnant human uterus. *J.Obstet.Gynaec.brit.Cwlth.* 71: p.712.
- HENDRICKS, C.H., BRENNER, W.E., KRAUS, G. (1970): Normal cervical dilatation pattern in late pregnancy and labor. *Amer.J.Obstet.Gynec.* 106: p. 1065.
- HILLIER, K., KARIM, S.M.M. (1970): The human isolated cervix: a study of its spontaneous motility and responsiveness to drugs. *Brit.J. Pharmacol.* 40: p. 576.
- HUGHESDON, P.E. (1949): Two uses of Uranyl Nitrate. *J.Roy.Micr.Soc.* 69: p. 1.
- JONGE, H. de (1963): Inleiding tot de medische statistiek. Deel I + II. Wolters-Noordhoff N.V., Groningen.
- KOK, F.T.J.G.T., WALLENBURG, H.C.S., EYSKOOT, F., STORM, J., WLADIMIROFF, J.W. (1975): Continuous recording of cervical dilatation by means of an ultrasonic cervimeter. Abstracts 16th Dutch Federative Meeting. Utrecht: p. 257.
- KOK, F.Th.J.G.Th., WALLENBURG, H.C.S., WLADIMIROFF, J.W. (1976): Ultrasonic measurement of cervical dilatation during labor. *Amer.J. Obstet. Gynec.* 126: p. 288.
- KURVER, P.H.J. (1974): Het detecteren en herkennen van patronen in de intra-uteriene druk en de foetale hartfrequentie. *Afstudeeronderzoek. Technische Hogeschool Eindhoven (Afdeling der Elektrotechniek).*
- LANGREDER, W. (1959): Geburtshilfliche Messungen. *Bibl.gynaec.* 20 (suppl.): p. 9.
- LIERSE, W. (1960): Untersuchungen über die Anordnung der längsverlaufenden Muskulatur in der Cervix Uteri. *Z.Zellforsch.* 52: p. 739.
- LINDGREN, L. (1955): The lower parts of the uterus during the first stage of labour in occipito-anterior vertex presentation. *Acta obstet.gynec.scand.* 34: suppl. 2.
- LINDGREN, L. (1958): Die Eröffnung der Cervix uteri bei normaler Geburt, studiert mit intrauteriner Tokographie. *Arch.Gynäk.* 191: p. 201.
- LINDGREN, L. (1959): The effect of rupture of the membranes upon the mechanism of labour. *Acta obstet.gynec.scand.* 38: p. 211.
- LINDGREN, L., SMYTH, C.N. (1962): Measurement and interpretation of the pressures upon the cervix during normal and abnormal labour. *J.Obstet.Gynaec.brit.Cwlth.* 68: p. 901.
- LINDGREN, L., SIENER, H. (1966): Cervical tension during labor. *Amer.J. Obstet.Gynec.* 95: p. 414.
- LINDGREN, L. (1968): The physiology and pathology of the cervix during labour. *Acta obstet.gynec.scand.* 47, suppl.: p. 37.
- LINDGREN, L., HOLMLUND, D. (1969): Friction between the foetal head and the cervix during labour. *Acta obstet.gynec.scand.* 48: p. 479.
- LINDGREN, L. (1971): Der Biomechanismus der Zervixdilatation während der Geburt. *Gynäk.Rdsch.* 11: p. 237.
- LINDGREN, L. (1972): The engagement of the fetal head in the uterus when the vertex presents. *Acta obstet.gynec.scand.* 51: p. 37.

- LINDGREN, L. (1973): The influence of uterine motility upon cervical dilatation in labor. *Amer.J.Obstet.Gynec.* 117: p. 530.
- LO STUMBO, F., PELLEGRINI, M.S. (1970): Comportamento del connettivo del collo uterino umano in gravidanza, travaglia e puerperio. *Arch. Ital. Anat.Embriol.* 75: p. 137.
- MAILLOT, K. v., ZIMMERMANN, B.K. (1976): The solubility of collagen of the uterine cervix during pregnancy and labour. *Arch.Gynäk.* 220: p. 275.
- MANNOR, S.M., SERR, D.M., TAMARI, I., MESHORER, A., FREI, E.H. (1972): The safety of ultrasound in fetal monitoring. *Amer.J.Obstet.Gynec.* 113: p. 653.
- MELMED, H., EVANS, M.I. (1976): Predictive value of cervical dilatation rates. *Obstet.Gynec.* 47: p. 511.
- MERMUT, S., KATAYAMA, K.P., DEL CASTILLO, R., JONES, H.W. (1973): The effect of ultrasound on human chromosomes in vitro. *Obstet. Gynec.* 41: p. 4.
- NIXON, W.C.W. (1951): Uterine action, normal and abnormal. *Amer.J. Obstet.Gynec.* 62: p. 964.
- NIXON, W.C.W., SMYTH, C.N. (1957): Physiological and clinical aspects of uterine action. *J.Obstet.Gynaec.brit.EMP.* 64: p. 35.
- NOACK, H., BLASCHKOWSKI, E. (1958): Zur Frage der graphischer Registrierung von Kontraktionen des Muttermundes unter der Geburt. *Zbl. Gynäk.* 80: p. 1609.
- PHILPOTT, R.H., CASTLE, W.M. (1972): Cervicographs in the management of labour in primigravidae. I. The alert line for detecting abnormal labour. *J.Obstet.Gynaec.brit.Cwlth.* 79: p. 592.
- PHILPOTT, R.H., CASTLE, W.M. (1972): Cervicographs in the management of labour in primigravidae. II. The action line and treatment of abnormal labour. *J.Obstet.Gynaec.brit.Cwlth.* 79: p. 599.
- RICHARDSON, J.A., SUTHERLAND, I.A., ALLEN, D.W., DORÉ, F. (1976): The development of an instrument for monitoring dilatation of the cervix during labour. *Bio-med.Engineer. (N.Y.)* 11: p. 311.
- ROMANINI, C., OLIVA, G.C., ARDUINI, D., GAGLIONE, R., MATTEUCI, M., BOMPIANI, A. (1974): Real time analysis of uterine contractility during labour. *Acta med.gom.* 12: p. 314.
- RUNGE, H., RIEHM, H. (1952): Über die Beteiligung des Kollagenfaser-systems an der Dehnung der Cervix uteri sub partu. *Arch.Gynäk.* 181: p. 400.
- SCHILD, H.O., FITZPATRICK, R.J., NIXON, W.C.W. (1951): Activity of the human cervix and corpus uteri. *Lancet* 1: p. 250.
- SCHWARZ, O.H., WOLF, R.B. (1948): Cervical dystocia, with special reference to the fibrous nature of the cervix. *Amer.J.Obstet. Gynec.* 55: p. 151.
- SEITCHIK, J., CHATKOFF, M.L. (1975): Intra-uterine pressure wave-form characteristics of spontaneous first stage labor. *J.Appl.Physiol.* 38: p. 443.

- SIENER, H. (1956): Ein Gerät zur Registrierung der Muttermundseröffnung unter der Geburt (Zervix wehenschreiber). Zbl.Gynäk. 78: p. 2069.
- SIENER, H. (1957): Studien über das Verhalten des Muttermundes während der Eröffnungsperiode. Arch.Gynäk. 188: p. 556.
- SIENER, H. (1959): Die "erweiterte Zervixwehenmessung". Geburtsh. Frauenheilk. 19: p. 140.
- SIENER, H. (1961): Ein neues elektromechanisches Wehenmessgerät zur Durchführung von Kombinationsmessungen. Arch.Gynäk. 196: p. 365.
- SIENER, H. (1963): First stage of labor recorded by cervical tocometry. Amer.J.Obstet.Gynec. 86: p. 303.
- SIENER, H. (1964): Cervical dynamometry. A new method in obstetrical research. Amer.J.Obstet.Gynec. 89: p. 579.
- SIENER, H., WUST, L. (1972): Innere Wehenmessung und graphische Registrierung der Muttermunds-Eröffnung als Grundlagen zur Berechnung der Weheneffektivität und des Weichteilwiderstandes. Geburtsh. Frauenheilk. 32: p. 123.
- SIENER, H., WUST, L. (1972): Vorangehender Fruchtteil und Eröffnung des Muttermundes. Geburtsh. Frauenheilk. 32: p. 978.
- SMYTH, C.N. (1954): Geciteerd naar Siener, H. (1956).
- STIEVE, H. (1927): Der Halsteil der menschlichen Gebärmutter, seine Veränderungen während der Schwangerschaft, der Geburt und des Wochenbettes und ihre Bedeutung. Z.mikr.anat.Forsch. 11: p. 291.
- STUDD, J.W.W., DUIGNAN, N.M. (1972): Graphic records in labor. Brit. Med.J. 4: p. 426.
- STUDD, J.W.W., PHILPOTT, R.H. (1972): Partograms and action line of cervical dilatation. Proc.roy.Soc.Med. 65: p. 700.
- STUDD, J.W.W. (1973): Partograms and nomograms of cervical dilatation in management of primigravid labour. Brit.Med.J. 4: p. 451.
- STUDD, J.W.W. (1975): The partographic control of labour. Clin.Obstet. Gynaec. 2: p. 127.
- STYS, S.J., CLEWELL, W.H., MESCHIA, G. (1977): Changes in cervical compliance at parturition independent of uterine activity. Gyn. Invest. 8: p. 58.
- TURNBULL, A.C. (1957): Uterine contractions in normal and abnormal labour. J.Obstet.Gynaec.brit.Emp. 64: p. 321.
- VOSSIUS, G. (1961): Eine Methode zur quantitativen Messung der Erweiterung und des Tiefertretens des Muttermundes während der Geburt. Z.ges. exp.Med.134: p. 506.
- WARM, R. (1967): Über die Messung der Muttermundseröffnung unter der Geburt. Z.ärztl.Fortbild. 61: p. 661.
- WARM, R. (1967): Der pathologische Geburtsverlauf im Spiegel des Partogrammes. Zbl.Gynäk. 89: p. 862.
- WARM, R. (1972): Eröffnungsgeschwindigkeit des Muttermundes unter der Geburt. Zbl.Gynäk. 94: p. 656.
- WELLS, P.T.N. (1969): Physical principles of Ultrasonic diagnosis. Academic Press, New York.
- WLADIMIROFF, J.W. (1974): Foetale bewaking. Proefschrift, Nijmegen.

- WLADIMIROFF, J.W., CRAFT, I.L., TALBERT, D.G. (1975): In vitro measurements of sound velocity in human fetal brain tissue. *Ultrasonics in Med.Biol.* 1: p. 377.
- WOLF, W. (1951): Kongressbericht. *Arch.Gynäk.* 180: p. 177.
- ZADOR, I., WOLFSON, R.N., NEUMAN, M.R. (1974): Ultrasonic measurement of cervical dilatation during labor. *Proc. 27th Engineering in medicine and biology. Philadelphia. The Alliance for Engineering in Medicine and Biology.* 16: p. 187.
- ZADOR, I., NEUMAN, M.R., WOLFSON, R.N. (1976): Continuous monitoring of cervical dilatation during labour by ultrasonic transmit-time measurement. *Medical and Biological Engineering.* May 1976: p. 299.

CURRICULUM VITAE.

De schrijver van dit proefschrift werd op 1 augustus 1944 te 's-Hertogenbosch geboren. Hij behaalde in 1963 het eind-examen Gymnasium-B aan het St. Jans Lyceum te 's-Hertogenbosch.

Hierna studeerde hij medicijnen aan de Katholieke Universiteit te Nijmegen.

Op 23 april 1971 deed hij zijn arts-examen.

Hij volbracht zijn dienstdtijd als reserve eerste-luitenant arts te Oirschot en Vught.

Op 1 januari 1973 ving hij zijn opleiding tot vrouwenarts aan op de afdeling Obstetrie en Gynaecologie (Hoofd:

Dr. G.H.B. Broeders) van het Groot Ziekengasthuis te 's-Hertogenbosch. Vanaf 1 augustus 1973 was hij in opleiding op de afdeling Obstetrie en Gynaecologie (Hoofd: Prof.Dr. A.C. Drogendijk Jr.) van het Academisch Ziekenhuis Rotterdam-Dijkzigt. Momenteel sluit hij zijn opleiding tot vrouwenarts af op de afdeling Obstetrie en Gynaecologie (Hoofd: Dr. J.J. Bol) van het St. Ignatius Ziekenhuis te Breda.

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

Omslag: Registratie van de intra-uteriene druk en de ontsluiting van zwangere S1, Gravida I, para 0, 38½ weken amenorrhoe, cervixscore 6, electieve inductie met oxytocine.
In circa 3½ uur vordert de ontsluiting van 3.3 centimeter tot volledige ontsluiting (9.5 cm).